FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1966 N° 412

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOMÉ D'ÉTAT)

PAR

MONSIEUR **BRONSZTEJN** Jacques

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE PARIS

NÉ LE 29 OCTOBRE 1936 A MONT-SAINT-AIGNAN (Seine-Maritime)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

LA TOPOGRAPHIE CORNÉENNE ET SON UTILISATION EN PRATIQUE OPHTAMOLOGIQUE

*PRÉSIDENT : **Monsieur le Professeur G. OFFRET***

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1967 N°

THESE

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

diplômé d'état

Par

JACQUES BRONSZTEJN

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Né le 29 Octobre 1936 à Mt St Aignan (S-Mme)

Présentée et soutenue publiquement le

LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE ET SON UTILISATION EN PRATIQUE OPHTALMOLOGIQUE

PRESIDENT : Mr LE PROFESSEUR

G. OFFRET

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

15.1.1967 PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine T., Bénard H., Bernard E., Binet L., Bulliard H., Cathala J., Chabrol E., Chailley-Bert P., Cheymol J., Debré R., Fey B., Galliard H., Gaudart d'Allaines F. de, Gennes L. de, Giroud A., Hazard R., Heuyer G., Laroche G., Lavier G., Lelong M., Levy (Melle J.), Levy-Solal E., Lian C., Marchal G., Mathieu P., Monod R., Moreau R., Moulonguet P., Pasteur Vallery-Rado, Petit-Dutaillis D., Piédelièvre R., Quénu J., Renard G., Senèque J., Strohl A., Tanon L., Verne J.

DOYEN..... Georges BROUET.
1er ASSESSEUR ..... (Daniel BARGETON.
2me ASSESSEUR..... (Jean GOSSET.

I - PROFESSEURS

1°) CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :	MM.
Anatomie	DELMAS. A.
-	HUARD P.
Anatomie et cytologie pathologique	DELARUE J.
Anesthésiologie	VOURCH'H G.
Bactériologie et virologie	TOURNIER P.
Biochimie Médicale	JAYLE M.F.
-	POLONOVSKI J.
-	DESGREZ P.
Biologie appliquée à l'Education Physique et Sports	MALMEJAC J.
Biologie médicale	FAUVERT R.
Biophysique médicale	BUGNARD L.
-	DOGNON A.
-	DJOURNO A.
Cancérologie expérimentale	MATHE G.
Chimie pathologique	SCHAPIRA G.
Génétique fondamentale	LEJEUNE J.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY Ch.
Histologie et Embryologie	TUCHMANN-DUPLESSIS
- -	COUJARD R.
Hygiène et médecine préventive	BOYER J.
Médecine du travail	DESOILLE H.
Médecine légale, Droit médical et déontologie	DEROBERT L.
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE R.
Parasitologie	N...
Pathologie chirurgicale	LAURENCE G.
-	KUSS R.
-	VERNE J.M.
Pathologie exotique	BRUMPT L.C.

Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN F. P.
Pathologie médicale	LAROCHE Cl.
-	BRICAIRE H.
-	PEQUIGNOT H.
Pathologie respiratoire	TURIAF J.
Pathologie et thérapeutique générales	MAURICE P.
Pharmacologie	BOISSIER J. R.
-	LECHAT P.
Physiologie	BARGETON D.
-	PARROT J.
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE F.
Radiologie médicale	DESGREZ H.
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	N...
Thérapeutique	LAMOTTE M.
Thérapeutique appliquée	N...

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie	CABROL Ch.
Anatomie anthropologique	OLIVIER G.
Anatomie pathologique	NEZELOF Ch.
Bactériologie	BARBIER P.
Biochimie médicale	DREYFUS J-Cl.
Biologie médicale	BOURLIERE F.
Parasitologie	LARIVIERE M.
Pathologie expérimentale	LOEPER J.
Physiologie	DEJOURS P.
-	SCHERRER J.
Physique médicale	KELLERSHOHN L.
-	GOUGEROT L.
-	ROUCAYROL J-Cl.
-	TUBIANA M.
Radiologie médicale	FISCHGOLD H.

2°) CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

	MM.
a) Professeurs titulaires :	
Clinique carcinologie	DENOIX P.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON H.
Clinique cardiologique (Broussais)	SOU LIE P.
- - (Boucicaut)	LENEGRE J.
Clinique chirurgicale (Beaujon)	LORTAT-JACOB J. L.
- - (Beaujon)	BAUMANN J.
- - (Cochin)	LEGER L.
- - (Hôtel-Dieu)	PATEL J.
- - (Saint-Antoine)	GOSSET J.
- - (Salpétrière)	SICARD A.
- - (Tenon)	OLIVIER Cl.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545816_0039

Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	(Cochin)	MERLE D'AUBIGNE R.
– –	(Foch)	PADOVANI P.
– –	(Beaujon)	CAUCHOIX J.
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique	(Enfants-Malades)	FEVRE M.
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	(Broussais)	DUBOST Ch.
Clinique de chirurgie thoracique	(Laennec)	MATHEY J.
Clinique dermathologique	(St Louis)	DUPERRAT F.
Clinique endocrinologique	(Pitié)	DECOURT J.
Clinique de Génétique médicale	(Enfants Malades)	LAMY M.
Clinique chirurgicale et gynécologique	(Broca)	HUGUIER J.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	(Saint Louis)	DEGOS R.
Clinique des maladies des enfants	(Enfants Malades)	TURPIN R.
Clinique des maladies infectieuses	(Claude Bernard)	MOLLARET P.
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	(Sainte Anne)	DELAY J.
Clinique des maladies du sang	(Broussais)	BERNARD J.
Clinique des maladies du système nerveux	(Salpétrière)	CASTAIGNE P.
– –	(Bicètre)	DEPARIS M.
– –	(Broussais)	MILLIEZ P.
– –	(Cochin)	N...
– –	(Hôtel-Dieu)	BARIETY M.
Clinique médicale	(Pitié)	DREYFUS G.
– –	(Saint-Antoine)	CONTE M.
– –	(Saint-Antoine)	KOURILSKY R.
– –	(Saint-Antoine)	BOUDIN G.
Clinique d'hydrologie et de climatologie	(Bichat)	DEBRAY Ch.
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale	(Enfants-Malades)	MARIE J.
Clinique médicale propédeutique	(Broussais)	JUSTIN-BESANCON L.
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies métaboliques	(Hôtel-Dieu)	DEROT M.
Clinique néphrologique	(Necker)	HAMBURGER J.
Clinique de neuro-chirurgie	(Pitié)	DAVID M.
Clinique neurologique	(Salpétrière)	GARCIN R.
Clinique obstréticale	(Baudelocque)	LACOMME M.
– –	(Saint-Antoine)	MERGER R.
Clinique obstréticale et gynécologique	(Port-Royal)	VARANGOT J.
Clinique ophtalmologique	(Hôtel-Dieu)	OFFRET G.
– –	(Cochin)	BREGEAT P.
Clinique oto-rhino-laryngologique	(Lariboisière)	AUBRY M.
Clinique de pédiatrie	(Trousseau)	MOZZICONACCI P.

Clinique de pédiatrie et de puériculture	(St Vincent de Paul)	THIEFFRY S.
Clinique de pneumo-phtisiologie	(Laennec)	BROUET G.
Clinique de neuro-psychiatrie infantile	(Salpétrière)	MICHAUX L.
Clinique de rhumatologie médicale et sociale	(Cochin)	COSTE F.
Clinique de rhumatologie	(Lariboisière)	SEZE S. de
Clinique stomatologique	(Salpétrière)	DECHAUME M.
Clinique thérapeutique chirurgicale	(Vaugirard)	ROUX M.
Clinique thérapeutique médicale	(Saint Antoine)	LEMAIRE A.
Clinique toxicologique	(F. Widal)	GAULTIER M.
Clinique traumatologique et orthopédique	(R. Poincaré)	JUDET R.
Clinique urologique	(Cochin)	ABOULKER P.
- -	(Necker)	COUVELAIRE R.
Hygiene et clinique de la première enfance	(Trousseau)	LAPLANE R.
Séméiologie médicale	(A. Chantin)	DOMART A.
- -	(Lariboisière)	BOUVRAIN Y.
- -	(Pitié)	RAMBERT P.
- -	(Rothschild)	WOLFROMM R.
Séméiologie et clinique chirurgicales	(Broussais)	POILLEUX F.

b) Professeurs à titre personnel :

Hématologie	ANDRE R.
-	BOUSSER J.
Hydrologie et climatologie	GIBERTON A.
Maladies infectieuses	BASTIN R.
Médecine	AZERAD E.
-	BOUR H.
-	CAROLI J.
-	DREYFUS B.
-	GROSSIORD A.
-	LAMBLING A.
-	LAUNAY Cl.
-	PAYET M.
-	PERRAULT M.
-	SIGUIER F.
-	WORMS R.
Néphrologie	RICHET G.
Neuro-Chirurgie	LEBEAU J.
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT P.
Oto-rhino-laryngologie	MADURO R.
Pédiatrie	POLONOVSKI Cl.
-	ROYER P.

Pneumo-Phtisiologie	KREIS B.
–	MEYER A.
Rhumatologie	DELBARRE F.

II - PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie pathologique	GOUYGOU Ch.
Bactériologie	CHRISTOL D.
Biochimie médicale	CARTIER P.
–	GONNARD P.
–	NORDMANN J.
Biologie médicale	HARTMANN L.
Chirurgie	CERBONNET G.
Hématologie	BILSKI PASQUIER
Maladies infectieuses	DUPONT V.
Neuro-Psychiatrie	TARDIEU G.
Pédiatrie	ROSSIERS A.
Physique médicale	COURSAGET J.
–	GREMY F.
Physiologie	GIRARD Fr.
Stomatologie	CHAPUT Mme A.

III - PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY P. (Pr. s. ch.)
Pathologie chirurgicale	RUDLER J. (Pr. s. ch.)

IV - PROFESSEURS ASSOCIES

Hormonologie	MORICARD R.
Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ D.

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA J.
Conseiller administratif	Melle CHAINTREUIL
Conservateur en chef de la Bibliothèque)	M. le Docteur HAHN
Conservateur du Musée d'Histoire de la médecine)	
Conservateurs	Mlles DUMAITRE P.
	LAURENT H.
	LE NOIR G.

Bibliothécaires

Mme CONTET J.
Mme FORGET F.
Mlle DUROZOY MF.
Mlle ROBERGE D.
Dr SCHILLER J.

par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES GRAND-PARENTS,

A MES ONCLES, TANTES ET COUSINS

Que la fureur nazie a arraché

si brutalement à ma jeune affection.

A MES PARENTS

Dont l'affection, la compréhension,
et les grands sacrifices m'aidèrent
durant toutes mes études.

En témoignage d'amour et de gratitude.

A MA FEMME

En témoignage d'amour.

A MES BEAUX-PARENTS

Leur affectueuse sollicitude et leurs sages conseils m'ont guidé avec bonheur.

En témoignage de mon profond attachement.

A MA FAMILLE

Avec toute mon affection.

A MONSIEUR ET MADAME NATHAN SAMUEL

Directeurs du " TOIT FAMILIAL "

Témoins et confidents de toutes mes joies
et de quelques peines de ma vie d'étudiant.
Leurs pensée, leur exemple ont profondément
modelé mon existence d'Homme.

A TOUS MES AMIS

Leur chaleureuse affection est un bien
inestimable.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR OFFRET

Professeur de Clinique Ophtalmologique à la Faculté de Médecine de Paris
Ophtalmologiste des Hopitaux de Paris.

Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de cette thèse.

Avec nos sentiments de
très respectueuse admiration.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR J. NORDMANN

Professeur de Clinique Ophtalmologique à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Qui nous a accueilli avec chaleur dans sa clinique, pendant notre service militaire, et chez qui nous avons eu le bonheur de pouvoir travailler pendant trois années.

Son lumineux enseignement et son immense savoir nous ont guidé avec succès jusqu'au terme de nos études.

Il nous a suggéré le sujet de ce travail et nous a conseillé avec bonheur.

En témoignage de notre très respectueuse admiration.

A MONSIEUR LE DOCTEUR A. BRONNER

Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Son enseignement nous a été particulièrement profitable.
Son grand savoir et son sens critique nous ont été d'une aide très précieuse pendant nos années d'étude et pendant la durée de ce travail.
Il a su nous donner confiance en toutes circonstances.

En témoignage de notre très respectueuse reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR A. BRINI

Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Qui a su développer en nous le sens clinique et nous a fait aimer le Laboratoire.

Qu'il soit assuré de notre très respectueuse reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR RENARD

Professeur Honoraire de Clinique Ophtalmologique à la
Faculté de Médecine de Paris

Qui guida nos premiers pas
ophtalmologiques.

En témoignage de notre respectueuse
gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHELSON

Professeur de Clinique Ophtalmologique à Hadassah Hospital - Jérusalem

Chez qui nous avons passé six mois très
enrichissants.

En témoignage de notre très respectueuse
admiration.

A MONSIEUR LE DOCTEUR JOSEPH

Ophtalmologiste des Hopitaux de Paris.

Dont le grand savoir, la gentillesse et la
bienveillance nous ont beaucoup aidé
pendant nos années d'étude.

En témoignage de notre gratitude et de
notre respectueux attachement.

A MONSIEUR LE DOCTEUR P. V. MORAX

Ophtalmologiste des Hopitaux de Paris

Chez qui nous avons travaillé avec
grand profit
Qu'il soit assuré de notre respectueuse
reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR P. HALBRON

Médecin-chef de la Fondation Ophtalmologique A. de Rothschild

Qui nous a ouvert avec chaleur les portes
de son service, et chez qui nous puisons
tous les jours un précieux enseignement.

En témoignage de notre respectueuse
gratitude.

A MES PATRONS D'EXTERNAT

Monsieur le Docteur BENDA
Monsieur le Professeur COUVELAIRE
Monsieur le Docteur CALVET
Monsieur le Docteur SCHWOB
Monsieur le Docteur MATHIVAT

Qui nous donnèrent un admirable enseignement et nous guidèrent toujours avec justesse.

A MES CONFERENCIERS D'EXTERNAT ET D'INTERNAT

Le Docteur B. SOBELMAN
Le Docteur J. JOLY

Qui surent nous façonner avec efficacité dès notre première année.

En témoignage de notre reconnaissante gratitude.

A MONSIEUR LE DOCTEUR COCHET

Ophtalmologiste de l'Hôpital de Gonesse

Qui nous a accueilli avec beaucoup d'amitié · nous a encouragé dans notre travail et nous a donné de très judicieux conseils.

Avec notre respectueuse reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR R. BONNET

Sous-directeur au Muséum

En témoignage de notre respectueuse admiration.

A MADAME LE DOCTEUR CHAIX

Dont le travail de thèse nous a éclairé favorablement.
En gage d'amitié.

A MONSIEUR GODIGNON

Licencié es-sciences

Diplômé de l'école d'optique

Qui nous a très amicalement accueilli dans son laboratoire, et n'a ménagé ni son temps, ni sa patience, pour nous expliquer la théorie et la technique du verre de contact.

son aide nous a été particulièrement précieuse.

En témoignage d'amitié et de gratitude.

A MONSIEUR H. BIRI

Certifié d'études supérieures d'optique

Dont l'aide et les conseils nous ont beaucoup facilité notre travail.

En témoignage d'amitié et d'estime.

A MONSIEUR COTTEREAU

Diplômé de l'école d'optique

Il nous a fourni de précieux documents et nous a conseillé utilement.

En témoignage d'amitié et d'estime.

A MONSIEUR AMIARD

Diplômé de l'école d'optique

Ses explications et ses conseils nous ont aidé efficacement.

En témoignage d'amitié et d'estime.

A MONSIEUR J. MULLER

Diplômé de l'école d'optique

Avec qui nous avons fait nos premières armes topographiques :
Il donne un exemple parfait des rapports qui doivent exister entre adaptateurs et ophtalmologistes.

En témoignage d'amitié et d'estime.

A MONSIEUR EL HAGE

Docteur es-science

Qui nous a fourni de précieux conseils.

En témoignage d'amitié et de gratitude.

A TOUTE L'EQUIPE OPHTALMOLOGIQUE DE STRASBOURG

En témoignage de chaleureuse amitié.

LA PRIERE MEDICALE DE MAIMONIDE

" Dieu, remplis mon âme d'amour pour l'art et pour toutes les créatures. N'admets pas que la soif du gain et la recherche de la gloire m'influencent dans l'exercice de mon art, car les ennemis de la vérité et de l'amour des hommes pourraient facilement m'abuser et m'éloigner du noble devoir de faire du bien à tes enfants. Soutiens la force de mon coeur, pour qu'il soit toujours prêt à servir le pauvre et le riche, l'ami et l'ennemi, le bon et le mauvais. "

" Fais que je ne vois que l'homme dans celui qui souffre. Fais que mon esprit reste clair près du lit du malade, qu'il ne soit distrait par aucune chose étrangère, afin qu'il ait présent tout ce que l'expérience et la science lui ont enseigné ; car grandes et sublimes sont les recherches scientifiques qui ont pour but de conserver la santé et la vie de toutes les créatures. "

" Fais que mes malades aient confiance en moi et mon art, qu'ils suivent mes conseils et mes prescriptions. Eloigne de leur lit les charlatans, l'armée des parents, aux milles conseils, et les gardes qui savent toujours tout, car c'est une engeance dangereuse qui, par vanité, fait échouer les meilleures intentions de l'art et conduit souvent les créatures à la mort. Si les ignorants me blâment et me raillent, fais que l'amour de mon art, comme une cuirasse, me rende invulnérable, pour que je puisse persévérer dans le vrai, sans égard au prestige, au renom et à l'âge de mes ennemis. Prête-moi, mon Dieu, l'indulgence et la patience auprès des malades entêtés et grossiers. "

" Fais que je sois modéré en tout, mais insatiable dans mon amour de la science. Eloigne de moi l'idée que je peux tout. Donne-moi la force, la volonté et l'occasion d'élargir de plus en plus mes connaissances. Je peux aujourd'hui découvrir dans mon savoir des choses que je ne soupçonnais pas hier, car l'art est grand, mais l'esprit de l'homme pénètre toujours plus avant. "

- PLAN -

INTRODUCTION

CHAPITRE I - LES TECHNIQUES

- HISTORIQUE DE L'OPHTALMOMETRIE
- DESCRIPTION DES APPAREILS
  - Principe
  - Le Kératomètre de Bausch et Lomb
  - Le Topogomètre de Girard et Sopers
  - Le photokératoscope d'Amiard
  - La méthode par Franges de Moire
  - Le kératomètre topographique de Bonnet
    - a) - description de l'appareillage
    - b) - utilisation du topographe - précautions d'usage
    - c) - précision de l'appareil et étendue des zones kératographiques
    - d) - étalonnage
    - e) - difficultés rencontrées au cours des mesures et comment y pallier.

CHAPITRE II - L'UTILISATION PRATIQUE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES
(avec l'ophtalmomètre topographique de Bonnet)

I - LES DEFORMATIONS CORNEENNES

A) - Physiologiques

- variations nyctémérales
- variations en fonction de la température ambiante.
- " du cycle menstruel.
- " de la grossesse et de l'accouchement.
- " du diamètre pupillaire.
- " de troubles métaboliques

B) - Provoquées ou mécaniques

- variations dues à la sangle palpébrale supérieure.
- " au port de verres de contact.

C) - Pathologiques

La topographie dans le Kératocône.

D) - Thérapeutiques

- déformations cornéennes post-opératoires.
- " " post-traumatiques.

II - LA TOPOGRAPHIE DANS L'ADAPTATION DES VERRES DE CONTACT

A) - Liminaires

B) - Etablissement de la lentille théorique.

a) méthode du coefficient d'aplatissement de Mr. BONNET
b) méthode des abaques de Mrs. COCHET, RAPILLY, et COSCAS.
c) méthode des multiplicateurs de Mr. GODIGNON.

C) - Principe du processus d'adaptation.

a) examen ophtalmologique complet.
b) essai de la lentille topographique.
c) essai de la lentille théorique.
d) essai de la lentille retouchée.
e) le problème des retouches.
f) les lentilles à dégagements toriques.

D) - Résultats et statistiques.

III - CONCLUSIONS.

LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE ET SON UTILISATION

EN PRATIQUE OPHTALMOLOGIQUE

La topographie cornéenne est l'étude de la forme précise de la cornée, grâce à un appareillage permettant de mesurer les rayons de courbure, en chacun de ses points ; méthode qui pourrait se comparer à un relevé cartographique.

L'étude de ces mesures a un très grand intérêt pour de nombreux motifs, parmi lesquels les plus importants nous paraissent être :

- l'adaptation de prothèses de contact

- les différentes déformations de la cornée :

  . qu'elles soient physiologiques (paupière supérieure
  (variations de tonus
  (variations nyctémérales
  (cycle hormonal chez la femme
  (etc....

  . ou qu'elles soient dues au port de lentilles (dures ou molles).

- le dépistage de kératocônes au début et le contrôle de leur évolution par des relevés successifs ainsi que la correction "orthopédique" de ces malformations.

HISTORIQUE DE L'OPHTALMOMETRIE

De nombreux auteurs se sont préoccupés, et depuis fort longtemps, de la détermination précise de la forme de la cornée. Parmi eux, il nous faut citer les noms illustres de HELMHOLTZ, ERICKSEN, YOUNG, TSCHERNING, DONDERS, JAVAL, GULLSTRAND et BERG.

Il apparaît que la détermination de la forme de la cornée s'est faite suivant deux méthodes essentielles:

1°) - La cornée a été considérée comme un miroir convexe et la mesure de sa courbure a été faite par la mesure directe dela taille des images qu'elle donne d'un objet déterminé.

Ainsi procéda le Père SCHEINER, le premier au XVII° siècle, puis SENFF qui avait assimilé la cornée à un ellipsoïde allongé.

HELMHOLTZ, au XIX° siècle, utilisa le premier, un système duplicateur pour mesurer la taille des images, rendant ainsi cette masure indépendante, pour une zone donnée, du mouvement oculaire. De tels systèmes sont encore utilisés aujourd'hui dans les ophtalmomètres les plus récents. LANDOLT, en 1880, SUTCLIFFE, en 1907, HARTINGER, en 1935, proposèrent des variantes du système de dédoublement.

Enfin, FINCHAM, en 1925, réalisa une véritable mesure spécifique du rayon de courbure et la cornée point par point, en utilisant un dispositif d'autocollimation.

Selon ce premier principe, la mesure du rayon de courbure de la face antérieure de la cornée peut se faire, en Kératomètrie, avec deux types d'appareil :

a) - soit du type JAVAL, avec des mires mobiles sur un arc, un dédoublement doublement fixe et qui fournit des mesures sur une corde fixe, quel que soit le rayon.

b) - soit du type HELMHOLTZ, où les mires sont fixes, le dédoublement variable et qui fournit des mesures qui portent sur une corde dont la longueur varie suivant le rayon de courbure mesuré.

Les critiques formulées contre l'ophtalmomètre de JAVAL et d'HELMHOLTZ et ses variantes sont les suivantes :

- il ne donne qu'une indication surle rayon de courbure d'une zone de 3 mm environ de diamètre, autour du pôle ophtalmométrique (JAVAL et HELMHOLTZ).

.../...

- et encore cette indication est-elle imprécise. Les causes d'imprécision sont connues :

  . défaut de mise au point de l'appareil (JAVAL)
  . défaut de fixation du sujet (JAVAL et HELMHOLTZ)
  . défaut dansl'affrontement des images des mires (JAVAL et HELMHOLTZ)
  . étendue variable de la zone mesurée avec le rayon de courbure (HELMHOLTZ)

C'est pourquoi, à plusieurs reprises dansl'histoire de la Kérométrie, certains auteurs ont préféré avoir recours à des méthodes photographiques. Les noms de GULLSTRAND FISCHER, HARTINGER, BERG, AMSLER, etc... sont attachés à ces différentes méthodes.

2°) - Méthodes photographiques : par ces méthodes, il s'agit de déterminer d'un seul coup une topographie de l'ensemble du dioptre cornéen.

Bien entendu, le principe précédent, à savoir la cornée en tant que miroir réfléchissant, a été surtout utilisé. On a ainsi réalisé des photographies des images données par la cornée de tests ou de mires objets bien déterminés. Le test d'AMSLER est le plus connu. Il est constitué de cercles noirs et blancs concentriques situés dans le même plan perpendiculaire à l'axe de visée de l'oeil du sujet.

Sur ce principe, les auteurs précédemment cités, apportèrent diverses modifications améliorant notablement ce procédé.

Cependant, on peut adresser deux sortes de reproches aux méthodes photographiques précédentes :

a) - il est difficile d'obtenir ainsi des images dont la formation intéresse toutes les parties de la cornée, et notamment les zones périphériques.

b) - les images du test données par ces mêmes zones sont mauvaises et souvent inutilisables, car elles sont formées par les rayons lumineux frappant la cornée sous les incidences supérieures à 30° ou 40°, si bien que tous les défauts de l'imagerie qui apparaissent des qu'on s'écarte des conditions de l'approximation de Gauss, entachent ici toutes les images obtenues.

L'interprétation des clichés dans ces conditions, ne peut revêtir une grande précision, et cela quelle que soit la méthode, électronique ou non.

C'est pourquoi dans les recherches du Professeur BONNET, celui-ci a donné la préférence à une méthode stéréophotogrammétrique. Celle-ci repose sur une prise de vue simultanée à partir de deux points de vue différents, de deux clichés qui permettent ensuite, dans des appareils appropriés dits "restitueurs", de reconstituer l'image plastique, c'est-à-dire d'en tracer les lignes de niveau à une échelle connue et bien déterminée.

La difficulté réside :

a) - dans la mise en place de points de repère sur la cornée transparente, permettant d'en faire une cartographie. Pour cela, on utilise du talc de venise soufflé sur la cornée préalablement anesthésiée par la novésine à 0,2 %, grâce à un vaporisateur spécial. Il faut que ces grains de talc, soient répartis à peu près sur toute la surface cornéenne, sans toutefois présenter une configuration trop régulière.

b) - dans l'utilisation d'objectifs spéciaux pratiquement dépourvus de distortion pour le plan objet moyen dans lequel on photographie.

c) - la construction de chambres de prises de vue qui doivent correspondre à un appareil de restitution existant dans l'industrie.

d) - enfin, la difficulté réside dans l'interprétation des stéréogrammes, c'est-à-dire à partir des lignes tracées déduire les données numériques (rayons de courbure par exemple) de la topographie.

Un calculateur analogique devra être utilisé · il donnera pour chaque ligne, la variation du rayon de courbure du centre au bord (par exemple pour chaque section méridienne). Cet appareillage est trop couteux pour pouvoir être utilisé dans un cabinet médical.

C'est pourquoi le Professeur BONNET a construit un appareil d'utilisation plus pratique, le Kératomètre topographique, de type HELMHOLTZ, qui permet de faire des mesures du rayon de courbure réparties sur presque toute la surface cornéenne. Par l'utilisation d'une seule mire dédoublée, cet appareil permet des mesures sur une corde très réduite de l'ordre du tiers de millimètre (pour R = 8 mm) et variable selon le rayon de courbure.

DESCRIPTION DES APPAREILS

Avant d'exposer le principe et la pratique de la Kératométrie topographique par le Kératomètre de BONNET, il nous faut citer brièvement les autres kératomètres déjà existants ainsi que deux nouvelles méthodes, encore à l'état expérimental, la méthode des franges de moiré et la méthode photokératoscopique d'AMIARD.

Nous exposerons le fonctionnement de quatre de ces appareils :

- celui de BAUSCH & LOMB
- celui de GIRARD
- celui d'AMIARD
- celui de BONNET

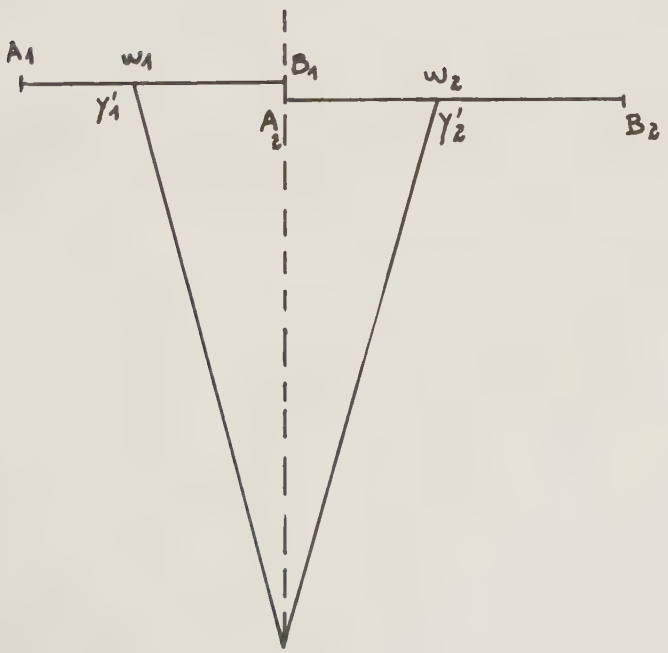
.../...

PRINCIPE DES KERATOMETRES

La plupart des mesures effectuées sont basées sur la relation existant entre le rayon de courbure du dioptre cornéen en un point donné et la grandeur de l'image d'un objet fournie par ce dioptre travaillant comme miroir sphérique autour du point considéré. La relation élémentaire, dans les conditions de l'approximation de GAUSS entre p, distance de l'objet au point considéré du dioptre, y, grandeur de l'objet, y', grandeur de l'image et r, rayon de courbure, est $r = py'/y$, en négligeant y' petit devant y.

La mesure de y' pour y et p constants et connus donne une valeur absolue de r. Pratiquement, on se contente de mesurer les valeurs relatives de r en étalonnant l'appareil au moyen de billes sphériques réfléchissantes dont le rayon de courbure est connu à 1 micron près.

Depuis HELMHOLTZ et JAVAL, la mesure de "y' " est d'ordre télémétrique, c'est-à-dire que "y' " est dédoublé en deux segments "y'_1" et "y'_2" égaux à "y' ". Lorsque ces deux segments sont mis bout à bout, c'est-à-dire lorsque l'extrémité B_1 de l'un est confondue avec l'origine A_2 de l'autre, on a réalisé un segment dont la longueur est 2 y' ou encore la distance des centres : $w_1\ w_2 = y'$.



Il y a deux manières pour y parvenir :

a) - dans l'ophtalmomètre de JAVAL, le dédoublement, c'est-à-dire "y' ", est constant et on fait varier la grandeur "y" de l'objet pour obtenir la coïncidence B_1 et A_2.

b) - dans l'ophtalmomètre type HELMHOLTZ, on utilise un système duplicateur qui fait varier la grandeur du dédoublement, autrement dit on fait varier la distance w_1 w_2 pour obtenir la coïncidence de B_1 et A_2.

I - LE KERATOMETRE DE BAUSCH ET LOMB

L'appareil est constitué d' une ou plusieurs mires éclairées, l'image cornéenne de celles-ci est mesurée au moyen d'un télescope · l'échelle est calibrée en dioptries, basée sur un indice de réfraction de 1,3375. Cet appareil mesure la courbure de la zone centrale de la cornée et la courbure d'une zone périphérique lorsque la fixation change.

De nombreuses erreurs peuvent se produire dans les mesures de courbure de la périphérie cornéenne, car, d'une part, l'instrument ne mesure pas la courbure d'un point, mais d'une aire de 2,5 à 4 mm. de diamètre ; d'autre part, le centre de rotation de l'oeil varie avec la position de l'oeil.

MANDEL est arrivé aux conclusions suivantes avec cet appareil :

- dans la zone périphérique, le pouvoir dela cornée est constitué par la combinaison des lectures kératométriques centrales et périphériques :
- la lecture centrale établit le pouvoir de la calotte cornéenne :
- la lecture périphérique résulte de la combinaison du pouvoir de la calotte et du pouvoir du point périphérique.

Si le pouvoir de la calotte FC est connu, ainsi que la lecture kératométrique à un point périphérique FK, le pouvoir de la cornée au point de réflexion de la mire doit être égal à :

$$FK - (FC - FK) = 2\,FK - FC$$

Il a été établi des facteurs de correction pour les mesures kératométriques à 7,5° de la limite de la calotte cornéenne :

Différence entre lecture centrale et périphérique	0 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4
Facteur de correction	0	1	1,5	2	2,5	3

.../...

On doit noter que MANDEL définit la calotte cornéenne comme étant la zone cornéenne dont la courbure diffère de la courbure centrale par moins de 0,25 dioptries.

Exemple :

Lecture centrale F C = 42 D

Lecture périphérique F K = 36 D

Le pouvoir de la cornée au point de réflexion est :

2 FK - FC = 72 D - 42 D = 30 D, en utilisant le facteur de correction de la table ci-dessus.

30 D + 3 = 33 D.

.../...

II - LE TOPOGOMETRE DE GIRARD ET SOPERS

Cet appareil n'est pas un véritable ophtalmomètre topographique. Telle n'était pas la prétention des auteurs qui se sont surtout préoccupés de déterminer à quel moment le rayon de courbure présente une variation notable par rapport au rayon de courbure central, mesuré classiquement.

Girard utilise pour ses mesures un Kératomètre de BAUSCH ET LOMB normal, devant lequel il a fait installé son ingénieux topogomètre (SOPERS étant le constructeur de cet appareil, qu'il a mis au point avec GIRARD).

Ce Topogomètre peut s'utiliser en principe devant n'importe quel Ophtalmomètre. Il permet d'avoir un point de fixation mobilisable, avec repérage possible de toutes les positions qu'on peut lui donner.

Ce montage permet de déterminer l'étendue et les limites de la zone optique régulière, qui servira de base à la fixation de la zone centrale de la lentille.

l'intérêt est donc de mettre l'accent sur l'importance de cette déformation - c'est un début de caractérisation d'une cornée, prise en tant qu'unité, par ses éléments principaux (BONNET - GERHARD - MASSIN).

.../...

III - LE PHOTOKERATOSCOPE DE H. AMIARD

C'est une des toutes nouvelles méthodes d'étude de la topographie cornéenne. Elle a été mise au point par H. AMIARD et est expérimentée par le Docteur COCHET, dans le cadre de la Clinique Ophtalmologique de l'Hôtel Dieu de Paris (Service du Professeur OFFRET).

Le principe des mesures photographiques est connu depuis fort longtemps, et a été utilisé par de nombreux auteurs classiques. Au lieu de mesurer directement une image par dédoublement comme dans le JAVAL, on photographie cette image. Comme on connaît le grandissement de l'appareil, la mesure de l'image photographique permet de déterminer la dimension de l'image cornéenne et donc la valeur du rayon.

Les avantages inhérents aux méthodes photographiques :

- prise des mesures instantanées sur un grand nombre de points évitant la variation de fixation du sujet et le travail fastidieux de l'opérateur.
- obtention d'un document objectif pouvant faire l'objet d'une étude ultérieure approfondie si nécessaire.
- mesure possible des rayons de sphères tangents, rendant plus directe la détermination des dégagements.
- de plus, l'appareil en expérimentation permet une exploration cornéenne allant jusqu'à 40 °, couvrant donc intégralement la cornée, chaque point lumineux étant séparé du suivant par 2° 30, entre 10 et 40 et bientôt entre 5° et 40°.
- limitation de la zone nécessaire à un pointé qui est inférieur à 5/100 mm., supprimant pratiquement l'imprécision due à la variation du rayon dans cette zone.

Appareillage :

Des points lumineux - (filaments à incandescence sensiblement rectilignes et perpendiculaires au méridien, ce qui donne un contraste élevé - donnant sur le film, une image composée de taches dont le centre est pris comme point caractéristique) - sont disposés sur 2 arcs perpendiculaires. La forme de ces arcs a été calculée de manière

à entraîner une erreur due au défaut de mise au point, constante pour tous les pointés. Ceci permet de faire éventuellement la correction de petites erreurs systématiques dues au décentrement des sphères tangentes à la périphérie par rapport à la sphère centrale.

L'encombrement de l'appareillage est relativement faible malgré l'angle d'exploration de 40°.

Un appareil photographique est disposé au centre du bâti dans une position rigoureusement constante. Un point de fixation est placé au centre de l'objectif qui est flanqué de 2 barres lumineuses dont l'image permet la visée télémétrique très précise. L'ensemble doit avoir une grande inertie mécanique pour minimiser les vibrations au moment du déclenchement. Le bâti tourne autour d'un axe horizontal permettant de se placer en correspondance exacte avec des méridiens principaux.

L'alimentation électrique de l'appareil doit être rigoureusement réglée : une surexposition entraîne en effet une augmentation de la largeur des points images. D'autre part, la lumière réfléchie augmentant avec l'incidence, les points périphériques doivent être moins lumineux que les points centraux.

Mais l'intensité compatible avec une vitesse éliminant les possibilités de "bougés", entraîne un miosis important et une déformation légère de la cornée qui a été contrôlée.

La mise au point est donc faite en lumière moyenne, la surintensité n'intervenant que lors du déclenchement, profitant du temps de latence du réflexe pupillaire.

RESULTATS :

A) - Cette méthode présente les avantages théoriques suivants :

1°) - La connaissance directe du rayon de la sphère tangente à la cornée sous un angle donné et par application de la formule $d = r \sin \alpha$, le diamètre de la zone correspondante.

2°) - La possibilité d'obtenir, avec une grande précision, le profil réel de la cornée établi graphiquement comme enveloppe de toutes les sphères tangentes : la position relative de ces sphères est déterminée par une intégration graphique donnant en même temps l'écart par rapport à la sphère centrale.

.../...

3°) - La détermination du dégagement de la lentille appropriée, la cornée étant assymétrique, on étudie la méthode de choix du méridien de la lentille partant des 4 demi-méridiens du relevé cornéen.

4°) - Cette construction est parfaitement applicable aux cornées irrégulières.

5°) - Enfin, soulignons qu'il s'agit d'une mesure instantanée en monofixation.

B) - Les avantages pratiques sont également importants :

1°) - Conservation de documents photographiques contrôlables par plusieurs observateurs et comparables entre eux dans le temps.

2°) - Rapidité de mesure et même d'interprétation par un système de projection sur écran étalonné.

3°) - Possibilité de connaître les coordonnées géométriques d'une lentille (avec une certaine indétermination sur la largeur de bande).

Nous voyons donc aisément quelles peuvent être les applications médicales de ce procédé - qui d'après les premiers résultats obtenus en expérimentation laissent espérer une précision comparable, sinon supérieure, à celle des meilleurs ophtalmomètres actuels.

Note - Le 20 Mars 1967, dans le cadre de la Société Belge d'Ophtalmologie, a été présenté un rapport sur les verres de contact. Le Professeur PRIJOT a présenté dans le cadre de cette étude, une méthode d'étude du profil cornéen beaucoup plus directe, qui consiste à photographier réellement le profil cornéen, à une échelle déterminée avec précision. Les mesures qui permettent de déterminer la lentille à adapter se font sur ce profil. La notion de courbure n'intervient plus : elle est remplacée par celle beaucoup plus immédiate, de flèche, c'est-à-dire la distance du profil à un plan ou à un cercle en chacun de ses points. C'est cette quantité que l'adaptateur évalue lors du test à la fluorescéïne. La précision est cependant moindre que la méthode photokeratoscopique, mais suffixante pour l'essai de lentilles paraboliques ou de la hauteur de la calotte cornéenne d'un verre scléral.

IV - TOPOGRAPHIE PAR FRANGES DE MOIRE

C'est une méthode d'avenir, car il n'existe pas encore sur le marché, d'appareils basés sur ce principe. Le seul appareil actuellement utilisé permet le contrôle précis de la topographie des lentilles.

L'appareil actuellement diffusé, connu sous le nom de toposcope est uniquement utilisé pour la mesure des surfaces internes et externes des lentilles cornéennes. Et ceci de la façon suivante : l'image d'une mire à trame très fine, donnée par la partie concave du verre est analysées dans un microscope binoculaire à grossissement variable. Grâce à une trame témoin, la mesure du rayon de courbure peut alors être faite en tous les points de la surface du verre. Il est extrêmement précis pour connaître la qualité de la sphéricité des surfaces étudiées.

Le projet qui consiste à l'utiliser pour la mesure ophtalmométrique, c'est-à dire pour produire par photographie l'image de cette grille donnée par la cornée et analysée par une grille témoin paraît également d'un grand intérêt. Les résultats actuellement connus ne sont pas encore très satisfaisants. Des recherches sont actuellement en cours

V - LE KERATOMETRE DE BONNET

C'est l'appareil que nous avons utilisé pour nos mesures. C'est d'ailleurs le seul appareil permettant de faire une topographie complète, actuellement commercialisé.

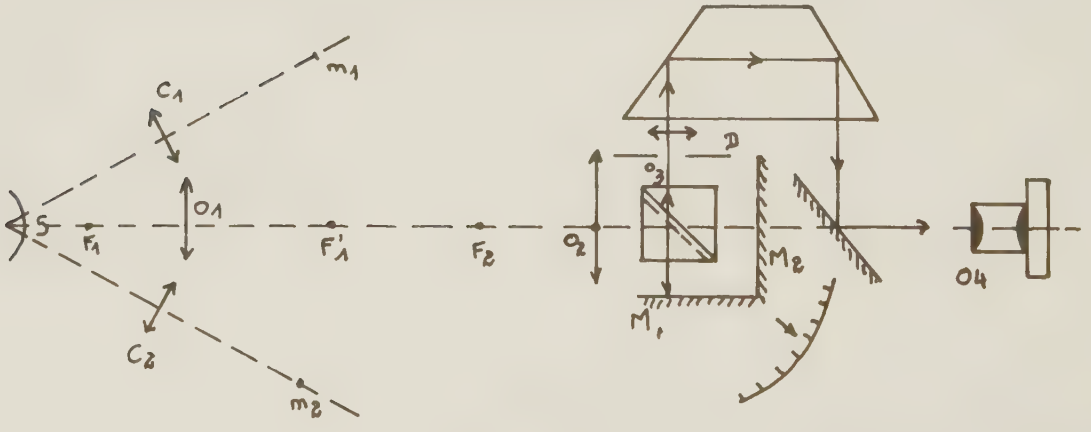
Il est fabriqué par la maison GUILBERT -ROUTIT & Cie. Il réunit deux appareils en un seul, car avec lui, on obtient :

1°) En ophtalmométrie classique :

- la mesure de l'astigmatisme cornéen et la détermination des axes principaux.

- la mesure du rayon de courbure au sommet de la cornée.

On utilise alors deux mires classiques et un point de fixation central



SCHEMA DU MONTAGE OPHTALMOMÉTRIQUE (BONNET)

Fig 1

2°) En ophtalmométrie spécifique :

- en utilisant alors une seule mire et un point de fixation variable angulairement de 5° en 5° par rapport à l'axe de rotation de l'oeil.

A) - Description de l'appareillage

Les images données par réflexion sur la cornée, sont examinées par un microscope 0_1 0_2, de faible puissance "p" (30 dioptries) travaillant sur son plan focal objet "S". Ce grossissement a été calculé pour connaître la mesure des rayons de courbure spécifiques, à moins de 0,1 mm. près.

Ces images sont ensuite dédoublées en lumière parallèle par un système formé du prisme "P" (prisme de WOLLASTON) et des miroirs M_1 et M_2.

Le prisme "P" est formé de deux prismes rectangles isocèles accolés par leur face hypothénuse, laquelle est semi-réfléchissante.

L'ensemble P, M_1 M_2 constitue un système de dédoublement du type MICHELSON et les deux trajets des faisceaux lumineux sont obtenus, d'une part, par réflexion sur P et M_1 et, d'autre part, par réflexion sur M_2 et P. Si bien qu'une rotation α de l'un des miroirs M_1 ou M_2, provoque une séparation angulaire des faisceaux de 2α

Les faisceaux parallèles ainsi séparés, sont examinés par une lunette de visée 0_3 0_4, réglée sur l'infini et de grossissement G. Devant l'objectif 0_3 de la lunette, est un diaphragme d'ouverture variable D, conjugué de F 1 dans 0_2 et dont l'image dans 0_4 est la pupille de sortie unique de l'instrument, tandis que la pupille d'entrée est à l'infini.

Les images observées par réflexion dans la cornée sont celles de deux mires M_1 M_2 situées au foyer de deux collimateurs identiques C_1 et C_2 et dont les axes font l'angle $i = 22°$ environ avec l'axe de l'instrument.

Le sujet dont la tête est fixée dans une mentonnière spéciale vise un point de fixation (f) lié à l'instrument, mais dont la position par rapport à l'instrument est variable. Le point de fixation est réglable selon l'amétropie du sujet. Ce point de fixation est réglable selon l'amétropie du sujet examiné de manière à supprimer les effets de l'accomodation.

La mise au point se fait par le système classique du palonier de manière à laisser invariable, dans les différentes mises au point successives, la direction de l'axe optique de l'instrument et de l'axe optique du collimateur utilisé dans les mesures spécifiques. L'appareil fonctionnant comme nous l'avons dit, en mesure classique et spécifique, il y a donc une double graduation, correspondant à un double étalonnage.

.../...

L'appareil comporte deux mires :

- une mire en croix C, à droite en regardant le sujet
- une mire à échelons E, à gauche

Figure 2 : Mesure classique

Chacune des mires comporte perpendiculairement à l'axe horizontal de petits traits verticaux C' et C" pour C
E' et E" pour E disposés comme l'indique la figure 2.

Ces mires sont dédoublées par le système duplicateur et après réflexion sur l'oeil du sujet, respectivement en C_1, et C_2, E_1 et E_2.

Dans la mesure classique C_1 et E_2 sont en coïncidence croix mâle à l'intérieur de la mire à échelon femelle.

Dans la mesure spécifique on rapproche les mires homologues C_1 et C_2
E_1 et E_2.

à l'aide d'une molette rapide, de façon à obtenir dans le champ de l'oculaire, deux groupes de mires symétriques par rapport au réticule, le sujet visant le point de fixation central.

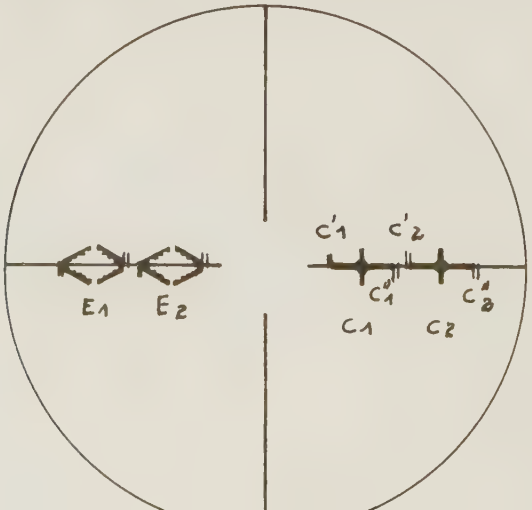


Figure 3 : Mesure spécifique .../...

Dans ces conditions, l'axe optique de l'instrument est confondu avec l'axe ophtalmométrique lequel est supposé passer par le centre de rotation de l'oeil. Si l'on maintient cette symétrie pour les différentes visées de l'oeil tournant autour de son centre, on maintiendra ce dernier point sur l'axe optique de l'instrument.

Lorsque la mesure porte sur C, par exemple, la coïncidence est obtenue lorsque les traits verticaux C''_1 et C''_2 sont dans le prolongement l'un de l'autre. De même pour E.

B) - Utilisation du Topographe - Précautions d'usage.

1°) - La mesure classique centrale avec l'ophtalmomètre topographique, ne diffère guère de l'ophtalmomètrie pratiquée avec l'appareil Zeiss. Ici aussi on utilise l'alignement parfait de la mire en croix dans la mise en échelons. La seule précaution importante est de réaliser cet alignement au centre du réticule à quatre branches se trouvant dans l'objectif, et bien sûr, d'avoir une image très nette. Pour cette mesure, le diaphragme sera ouvert.

2°) - Pour l'ophtalmométrie spécifique, l'utilisation de l'image d'une seule mire dédoublée, nous met dans des conditions d'examen un peu inhabituel. Il faut d'abord assurer le dédoublement des deux mires et tendre à assurer le rapprochement de chaque mire identique dédoublées entre elles : c'est-à-dire qu'à la fin de cette manoeuvre on constate dans le champ de l'oculaire :

- à droite les 2 mires losangiques à échelon
- à gauche les 2 mires en croix (fig. 3)

tandis que le cadran lumineux montre que nous sommes bien dans les chiffres d'ophtalmométrie spécifique.

On garde le point de fixation à zéro et on ferme le diaphragme.

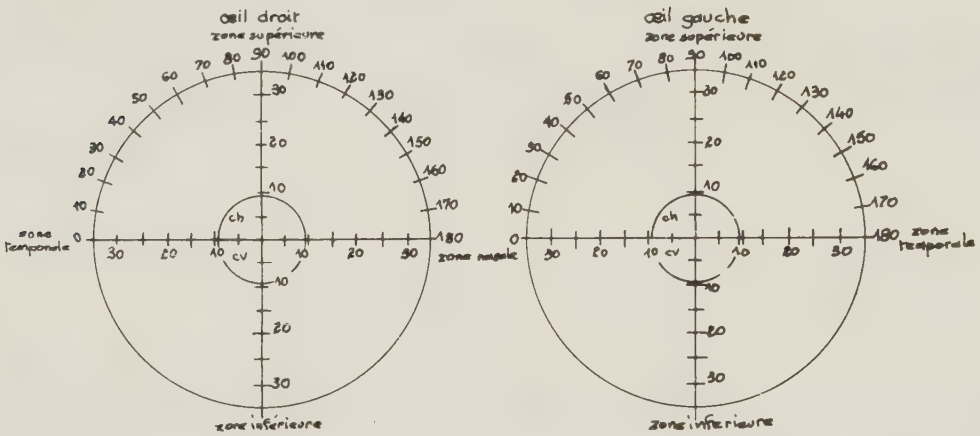
On commence alors les mesures spécifiques, en éteignant une des mires et en réduisant l'intensité lumineuse des mires, grace à un rhéostat, afin de ne pas éblouir le patient.

Un point capital est à souligner, est que la mesure doit se faire sur la mire opposée à celle de la direction du regard du sujet, c'est-à-dire que s'il regarde la croix (à sa droite) c'est la mire losangique, qui sera considérée par l'observateur (elle est aussi à droite dans l'oculaire).

.../...

Cette mire doit se placer dans l'oculaire en position rigoureusement symétrique par rapport au couple de la mire opposée.

L'utilisation du réticule est donc ici aussi, très important.



On note la mesure de R_1 sur un schéma (fig. 5). Le point de fixation étant au zéro, cette mesure correspond sur l'oeil à un écart de 10°.

On déplace alors le point de fixation de 5° dans le sens indiqué (vers la mire éteinte en recommandant au sujet de bien suivre ce dernier. On refait la même mesure R_2. Cette mesure correspond sur l'oeil, à un écart de 10° + 5° = 15°.

Entre chaque mesure, si nécessaire, on prendra soin d'améliorer le centrage et la mise au point, comme au début de la mesure spécifique.

On prend ainsi, de 5° en 5°, les mesures R_3, R_4 etc... jusqu'au limbe où la mesure devient impossible.

Pour la zone supérieure, il faut le plus souvent, relever la paupière.

On passe ensuite sur le même axe, à l'autre zone, en inversant la mire, et en déplaçant, après la mesure R_1 au zéro, le point de fixation en sens inverse.

Les mesures étant prises sur le premier axe (horizontal : nasal, temporal par exemple), on passe à l'axe perpendiculaire, en opérant comme précédemment.

On éteint alors la mire supérieure ou inférieure et on déplace cette fois, le point de fixation vers le bas ou vers le haut. On peut évidemment faire de semblables mesures, non seulement à 0° et à 90°, mais également sur les méridiens de 30°,60°, etc... donnant ainsi de nouvelles précisions sur les rayons de courbure des zones intermédiaires.

Ces mesures ne sont habituellement pas faites pour les cas sans problèmes. Cependant de telles mesures nous semblent avoir un certain intérêt pour la topographie des kératocônes débutants. Elles permettent en effet de mieux préciser le sommet du cône et de suivre son évolution au cours des années (Rayon de courbure et décentrement par rapport au centre optique).

Précision de l'appareil et étendue des zones kératographiques.

En ophtalmométrie spécifique : la précision sur la mesure du rayon de courbure au sommet de la cornée est de 5/100 mm (d'après le constructeur).

Le diamètre de la surface observée est de 0,25 mm et la distance approximative entre le pôle ophtalmométrique et les points de mesure pour une cornée de rayon moyen : 7,7 mm est :

2,25 mm à 0°
4,75 mm à 10°
5,50 mm à 15°
7,00 mm à 20°

Note : L'ophtalmomètre topographique, comme son nom l'indique, permet de connaître la surface cornéenne dans toute sa zone réfléchissante. Mais il faut tout de suite préciser qu'il donne le rayon de courbure de la méridienne au point périphérique examiné et non pas le rayon de courbure dans une section perpendiculaire qui serait l'équivalent mathématique du rayon de dégagement (qui, elle, est une notion mécanique).

Etalonnage :

L'étalonnage d'un ophtalmomètre doit être soigneusement contrôlé, et chaque utilisateur doit le faire pour lui-même avec l'appareil qu'il utilise. Cette vérification, pour qu'elle soit valable, doit se faire, non pas par la seule mesure d'un rayon de courbure connu, mais sur toute l'étendue de l'échelle de mesure, par l'utilisation d'une série de billes réfléchissantes de rayon : 6, 7, 7,25, 7,50, 8,00, 8,25, 8,50, 9,00 mm. Ces billes seront prises en verre de préférence aux billes métalliques, sur lesquelles la réflexion des mires n'est pas parfaite. A ce propos, il serait souhaitable qu'une boîte de billes de ces différents calibres, montées sur une tige qui en permet la bonne fixation sur la mentonnière, soit livrée systématiquement avec l'appareil.

Cette mesure nous conduit à tracer une courbe, dite d'étalonnage qui caractérise l'appareil utilisé. Elle doit être effectuée pour chaque appareil, et chaque mois, théoriquement. (BONNET - GERHARD - MASSIN).

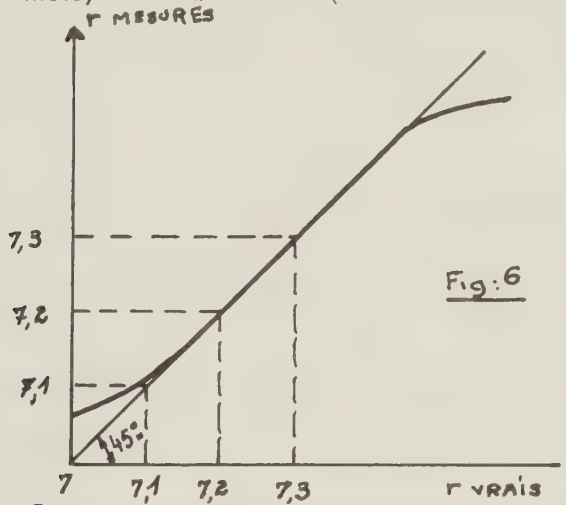


Fig. 6

En abcisse sont portés les valeurs réelles des rayons de courbure des calibres, et en ordonnée les valeurs correspondantes mesurées sur l'appareil. Si l'appareil est rigoureusement étalonné, la courbe d'étalonnage serait une ligne droite passant par l'origine et également inclinée sur les axes (abcisse et ordonnée). En fait, il n'en est jamais ainsi et la courbe d'étalonnage s'écarte plus ou moins de cette ligne droite.

On peut considérer que l'appareil est correctement étalonné si cette courbe se confond avec la droite théorique sur la plus grande partie de sa longueur, ne s'en écartant qu'aux extrémités (fig. 6).

Les nombres portés en ordonnée, sont les moyennes de séries de mesure effectuées pour chaque calibre.

La courbe d'étalonnage permet de connaître pour chaque rayon trouvé, le nombre réel qui le mesure. Mais elle n'est pas suffisante pour caractériser entièrement la mesure.

Chaque opérateur doit connaître pour l'ensemble des rayons usuels, la dispersion des résultats qu'il obtient. On sait que si l'on mesure un certain nombre de fois le même rayon de courbure, on ne trouvera pas chaque fois le même nombre. L'ensemble des nombres trouvés se répartit autour d'une valeur moyenne m qui est en général la moyenne arithmétique. Si on a fait un assez grand nombre de mesures de x $m = \frac{\Sigma x}{N}$, E étant la somme des valeurs des mesures faites. La dispersion est caractérisée par l'écart quadratique moyen ou écart type défini par l'expression :

Sigma : $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x-m)2}{N}}$

(x = Chiffre de la mesure
(N = Nombre de mesures totales
(m = Moyenne arithmétique des mesures

C'est-à-dire littéralement : pour chaque mesure x, on calcule la différence x-m avec la valeur moyenne, puis la somme des carrés des nombres ainsi trouvés, soit Σ (x-m)2. La moyenne de ces nombres soit $\frac{\Sigma (x-m)2}{N}$, et σ : la racine carrée de ce dernier.

Si la distribution des valeurs de x est normale (cas général) 95 % des valeurs trouvées x sont comprises entre $m-2\sigma$ et $m+2\sigma$ à condition qu'on ait fait au moins une cinquantaine de mesures. (BONNET - GERHARD - MASSIN).

La valeur de ce σ a une importance théorique et pratique :

- pour un même opérateur, la valeur de σ caractérise la qualité de l'appareil, celui-ci étant d'autant meilleur que σ est plus petit.

- pour un même appareil, la valeur de σ caractérise la qualité de l'opérateur, qui est en raison inverse de σ. La qualité signifiant ici le soin apporté à effectuer les mises au point et à réaliser les coïncidences.

Nous allons nous attarder un moment sur le premier point, celui concernant la qualité de l'appareil.

Pour notre travail, nous avons utilisé le kératomètre topographique de la clinique ophtalmologique de Strasbourg, qui nous a été confié par notre Maître, le Professeur NORDMANN.

Nous avons pratiqué deux séries de mesures sur la série de billes calibrées que nous a procuré le Professeur R. BONNET.

- Une série de mesures classiques,
- Une série de mesures spécifiques,

chaque série comportant vingt pointés.

Mesures en ophtalmométrie classique :

La mesure consiste à centrer les images des 2 mires dans le champ par rapport au réticule.

On dispose alors la mire en croix à l'intérieur de la mire à échelon et on vérifie minutieusement le centrage.

Dans la pratique, nous avons eu quelques difficultés que nous voudrions exposer brièvement ici.

Etant donné le dessin des mires, nous avions plusieurs points de repère possibles (voir fig. 7) n° 1, 2, 3 ou 4.

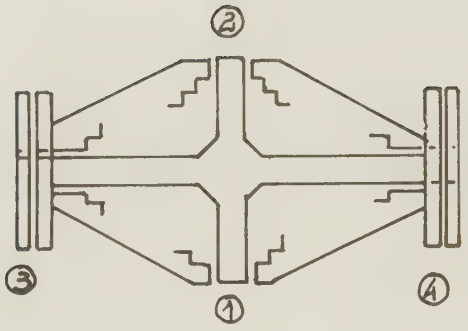


Figure : 7

La mire à échelons, losangique, comporte à ses angles supérieur et inférieur un intervalle libre, dans lequel doit venir s'insérer la branche verticale de la mire en croix. Mais les branches de la croix étant d'une largeur légèrement moins importantes que l'intervalle libre du losange, la mesure doit être lue lorsque deux lignes noires d'égale épaisseur, limitent les bords latéraux de la branche verticale de la croix (les mires étant vues en jaune sur fond noir).

Nous avons donc effectué les mesures successivement sur chaque repère 1, 2, 3 et 4 et examiné les résultats obtenus.

Prenons pas exemple, une bille de 7,50 mm de rayon.

1	2	3	4
7,48	7,43	7,42	7,47
7,44	7,44	7,42	7,48
7,46	7,44	7,43	7,44
7,46	7,44	7,43	7,45
7,48	7,45	7,44	7,45
7,47	7,45	7,43	7,46
7,47	7,44	7,44	7,46
7,48	7,46	7,44	7,46
7,45	7,45	7,43	7,45
7,47	7,46	7,43	7,45
7,48	7,46	7,44	7,44
7,45	7,46	7,44	7,44
7,47	7,44	7,44	7,45
7,48	7,45	7,43	7,46
7,46	7,45	7,42	7,44
7,48	7,45	7,43	7,45
7,47	7,44	7,44	7,46
7,46	7,46	7,43	7,45
7,46	7,46	7,44	7,47
7,45	7,46	7,44	7,47
Moyenne 7,466	7,449	7,433	7,453

Tableau n° 1

Nous constatons que le meilleur résultat est obtenu en pointant sur le repère 1. (voir fig. 7).

La difficulté des mesures avec de tels repères est cet "espace vide" entre les bords de la branche en croix et les bords internes du losange à échelons (fig. 8 et 9)

Pour l'observateur examinant les mires à travers l'oculaire, le simple fait de mobiliser latéralement la tête, permet subjectivement et sans la moindre manipulation, de passer de la position indiquée à la fig. 8 à celle indiquée à la fig. 9

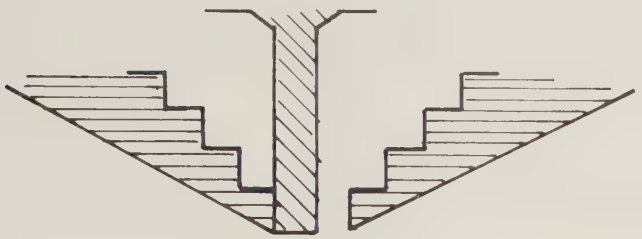


Fig. 8

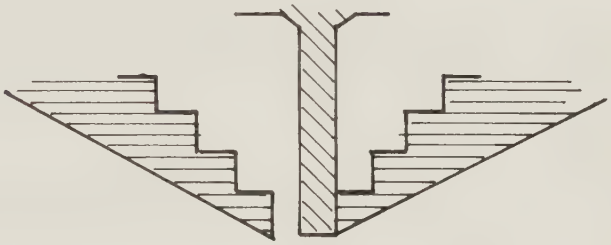


Fig. 9

Si maintenant, nous effectuons une visée, sans faire intervenir cette erreur de parallaxe, mais en plaçant volontairement, à l'aide dela molette, la branche de la croix dans la position dessinée fig. 8, puis dans celle de la fig. 9, nous mesurons :

- dans le premier cas, un rayon de 7,44
- dans le deuxième cas, un rayon de 7,48

soit une différence de 4/100è de millimètre.

Les mesures que nous avons donné dans le tableau n° 1 ont été prises, en plaçant la branche de la croix, à égale distance des échelons (fig. 10).

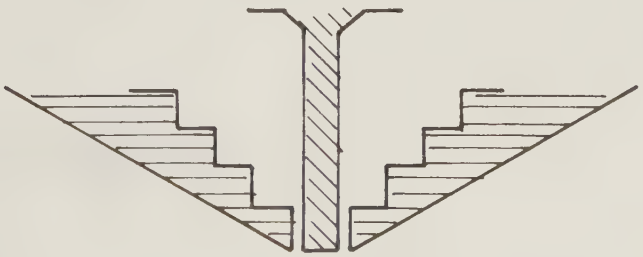


Fig. 10

Au cours de ces mesures, nous avons également constaté, qu'il est pratiquement impossible de faire coïncider ensemble, les quatre repères étudiés. Par exemple si l'on pointe en position I (voir fig. 7) les lignes claires des repères 3 et 4, ne sont pas dans le prolongement l'une de l'autre. De même que la position 2 ne peut être centrée.

.../...

Il s'agit donc d'un défaut de fabrication de l'instrument, puisque le principe veut que les 4 repères puissent coïncider en même temps.

Nous avons eu l'occasion d'essayer d'autres kératomètres topographiques. Sur les cinq appareils testés, trois présentaient ce défaut, quoiqu'il en soit, ce défaut n'est pas majeur. Il suffit de bien connaître l'appareil sur lequel on travaille et de choisir une fois pour toutes, pour ses mesures, le point de repère qui donne la meilleure position.

Pour l'appareil que nous avons testé, nous avons considéré qu'il était étalonné sur le repère I - pour les mesures classiques - et avons effectué toutes nos mesures, selon la disposition de la fig. 9 qui donne la meilleure précision.

Mesure en ophtalmométrie spécifique :

Comme dans la précédente mesure, c'est la bille de 7,5 qui sera utilisée comme exemple.

On utilise ici l'image d'une seule mire dédoublée (fig. 3). Notons que la bille étant fixe, on ne peut tester l'appareil que sur une seule position, qui correspondrait sur l'oeil à un angle de 10°.

A - Mesures sur les mires à échelons

Ici encore 20 pointés ont été effectués. Signalons que la mise au point en spécifique est beaucoup plus aisée, puisqu'il s'agit de mettre 2 traits dans le prolongement l'un de l'autre.

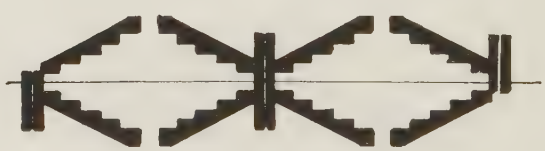


Fig. 11

B - Mesures sur les mires en croix

même principe

Fig. 12

Voici les résultats obtenus :

I	
7,50	7,40
7,50	7,50
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,50
7,50	7,40
7,40	7,40
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,50
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,50
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,40
7,50	7,50
7,50	7,40

On constate que sur les mires à échelons les mesures sont homogènes à 7,50, sauf pour une mesure.

Par contre, sur la mire en croix, les résultats sont plus souvent trouvés à 7,40 qu'à 7,50.

Nous avons effectué de semblables mesures avec les autres billes calibrées. Dans l'ensemble, les résultats se sont révélés identiques.

Interrogé sur ces défauts, le fabricant les admet et pense qu'il faut les imputer à la colle, utilisée pour le collage des lentilles et des prismes, et qui selon lui a pu jouer.

.../...

DIFFICULTES RENCONTREES AU COURS DES MESURES ET COMMENT Y PALLIER

A - De la part de l'observateur.

- Elles résident essentiellement sur l'appréciation de l'affrontement des mires. Un bon entraînement préalable sur les billes calibrées permet de surmonter rapidement ce problème.

- Une autre difficulté, c'est celle de la lecture des mires en périphérie, à 30° en particulier (au delà, la lecture n'est plus possible, car on se trouve à peu de distance du limbe).

- Il faut alors utiliser le Rhéostat et le diaphragme incorporé en intensifiant l'éclairement des tests et en diaphragmant au maximum, il est exceptionnel de ne pas pouvoir faire une mesure valable.

B - De la part du sujet.

- L'immobilité de la tête doit être maximum. Pour cela, le patient doit être assis sur un siège confortable ; la hauteur de la table élévatrice doit être réglée de telle sorte que la tête - une fois en position d'examen - le dos ne soit ni trop courbé ni trop droit. Ces précisions peuvent paraître futiles pour qui n'a jamais passé une demi-heure devant un tel appareil... elles sont pourtant un des secrets d'une mesure facile et rapide.

- La bonne fixation du point lumineux mobile est indispensable. Elle n'est pas aisée chez les forts amétropes qui voient ce point sous forme d'une tache lumineuse dont la surface augmente et diminue sans cesse. Il faut leur conseiller de fixer le centre de la tache lumineuse. Un point de fixation rouge améliore la fixation du patient par rapport au point blanc. Il ne faut pas hésiter à faire 2 à 3 mesures consécutives pour s'assurer de la bonne fixation du sujet.

- Certains sujets larmoient facilement, on peut y pallier en réduisant l'éclairement du test, où si ce n'est pas suffisant, en effectuant l'examen après instillation d'une goutte de novésine.

- Nous avons obtenu de bons résultats avec une goutte de méthyl cellulose.

Il est certain que malgré toutes ces précautions, on rencontre des cas où une ophtalmométrie topographique est impossible, soit en sa totalité, soit en un point précis.

.../...

- En totalité. chez les très jeunes sujets et chez les adultes restés cérébralement au stade infantile.

... en cas de nystagmus fort.
... chez les porteurs de scotomes centraux.
... chez les patients atteints de larmoiement irréductible.

- Partiellement.. sur une taie cornéenne fortement remaniée.

.. en cas de fragilité épithéliale après l'épreuve du port d'une lentille.
.. sur une cornée de faible diamètre (moins de 11 mm) où le point extrême est impossible à mesurer.
.. sur un Kératocône très évolué, où la mesure centrale est imprenable.

En fait, ces difficultés ne dépassent jamais 5 % des topographies.

CHAPITRE II

L'UTILISATION PRATIQUE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES

La possession d'un appareil permettant pour la première fois, la mesure relativement simple des rayons de courbures sur la plus grande partie de la surface cornéenne, a ouvert la voie à de nombreuses études, les unes à buts plus théoriques, mais dont l'importance n'est pas à démontrer, telles que les déformations cornéennes, qu'elles soient physiologiques, pathologiques, et surtout mécaniques, par port de lentilles cornéennes.

Dans une première partie, nous nous bornerons à passer brièvement en revue les différentes étiologies des déformations cornéennes, ce problème pouvant à lui seul faire l'objet d'une nouvelle thèse.

Dans une deuxième partie, nous aborderons la topographie cornéenne dans son application la plus courante = l'élaboration des données géométriques d'une lentille

Enfin dans une troisième partie, nous essaierons de tirer des conclusions et d'ouvrir une porte sur l'avenir de la topographie.

.../...

I - LES DEFORMATIONS CORNEENNES

C'est un chapitre très important de la physio-pathologie de la cornée. Nous ne pourrons dans le cadre de ce travail, que présenter sommairement les travaux anciens et récents qui ont été écrits sur la question.

La littérature ophtalmologique est encore assez pauvre en ce qui concerne les variations de la topographie cornéenne, et cela, non pas par désintérêt bien au contraire, mais plutôt par l'apparition assez récente sur le marché, des appareils permettant un relevé précis. A l'heure actuelle, nous disposons de 3 types d'appareils qui, par leur précision, permettent une étude sérieuse des déformations cornéennes. Il s'agit, dans l'ordre chronologique :

- du Kératoscope photo-électronique de Reynolds.
- de l'ophtalmomètre topographique de Bonnet
- du Kérastoscope photographique d'Amiard (actuellement en cours d'expérimentation chez Cochet).

La cornée, on le sait, est un organe élastique qui cède sous la pression pour reprendre, plus ou moins rapidement, sa forme initiale, dès que celle-ci se relâche. Mais elle n'y revient pas toujours exactement, car la cornée est également douée de plasticité.

II - LES DEFORMATIONS PHYSIOLOGIQUES

A - VARIATIONS NYCTEMERALES

1°) C'est à un auteur américain, REYNOLDS, que l'on doit les premières études poussées sur les variations de la Topographie cornéenne, grâce à un ingénieux procédé de Kératoscopie photo-électronique.

Selon cet auteur, la topographie cornéenne varie suivant le moment de la journée.

- dans 2 % des cas, il y a une variation de courbure de la zone centrale, entre le réveil et 21 heures.

- dans 73 %, il existe un changement seulement limité aux zones périphériques de la cornée ; les courbures seraient plus plates le matin, pour atteindre leur maximum de courbure vers 16 heures et retrouver

.../...

leur valeur matinale vers 21 heures. Les différences de longueur des rayons de courbure seraient de l'ordre de 0.4 à 0.6 mm, ce qui est considérable si l'on considère que leur valeur totale est de l'ordre de 7 à 8 mm.

Mais REYNOLDS n'a pas précisé l'interprétation des différences constatées. Il ne suffit pas d'indiquer qu'un rayon s'est modifié en un point pour se faire une idée d'ensemble de la modification de la forme de la cornée.

2°) COCHET et BONNET tirant des conclusions provisoires de quelques expériences faites par eux sur ce point, montrent que :

a) les différences sont surtout sensibles entre 8h30 et les autres heures de la journée.

b) les modifications entre 8h30 et les autres de la journée vont dans le sens d'un affaissement de la zone moyenne et extrême avec aplatissement léger au pôle dans le sens horizontal. C'est une évolution en sens contraire dans l'axe vertical. Ces modifications sont surtout sensibles du côté nasal.

c) Il semble que vers 17 heures, il y ait une tendance discrète au retour de la forme de 8h30.

3°) Quant à l'étude que nous avons faite pendant un mois, sur un même sujet, à raison de cinq topographies quotidiennes, régulièrement réparties dans la journée, elle ne nous permet pas de tirer de conclusions, les résultats obtenus étant ininterprétables.

B - VARIATION EN FONCTION DE LA TEMPERATURE AMBIANTE

Selon REYNOLDS, pour une température de 35°, l'auteur trouve un aplatissement périphérique de 0,1 à 0,4 mm par rapport au même sujet soumis à une ambiance climatisée de 22° pendant 1heure 1/2, aplatissement situé à 3,5 mm du sommet de la cornée et plus fréquemment rencontré chez les blonds que chez les bruns. En aucun cas, il ne fut trouvé de modification du rayon de courbure central.

C - VARIATIONS EN FONCTION DU CYCLE MENSTRUEL

Toujours selon REYNOLDS, menstruation et ovulation peuvent donner des variations de courbure de la cornée. Si, au centre, elles n'étaient que de 0,05 mm, à la périphérie elles oscilleraient entre 0,1 et 0,4 mm. De telles variations seraient surtout fréquentes chez les femmes jeunes de 18 à 24 ans ; (il est certain que toutes ces modifications citées par des auteurs ayant utilisé un procédé photographique discuté, restent du domaine des hypothèses, leur intrication rendant la preuve très difficile,) ces deux dernière études n'ont pas été confirmées, à notre connaissance, par d'autres travaux.

Cependant, plusieurs adaptations nous ont déclaré avoir constaté chez certaines porteuses de lentilles cornéennes, des intolérances passagères, en relation semblent-il avec le début des menstruations.

Mais s'agit-il ici d'une véritable variation de la topographie ou simplement d'une modification également passagère, du terrain psychique ?.. Seule une longue série de mesures permettra de répondre.

D - VARIATIONS EN FONCTION DE LA GROSSESSE ET DE L'ACCOUCHEMENT

- Là encore un travail reste à faire - Nous ne pouvons rapporter que le cas de Madame CHAIX qui a fait un relevé 2 mois après le début de la grossesse et 2 mois après l'accouchement. Elle note une déformation à pondération oblique, plus proche de l'axe vertical inférieur, avec des coefficients de déformation supérieur à 2 dans l'axe horizontal, et supérieur à 3 dans l'axe vertical.

- Dans le rapport de MASSIN, GERHARD et BONNET, les auteurs signalent que des accidents cornéens répétés lors de grossesses successives, ont interrompu un port préalablement bien toléré.

E - VARIATIONS EN FONCTION DU DIAMETRE PUPILLAIRE

a) Accommodation - l'utilisation du topographique de Bonnet ne permet pas l'étude de variations cornéennes en fonction de l'accommodation - appareillage volumineux proche de l'oeil du sujet. CU masqué - mires lumineuses de grande brillance.

.../...

b) Action des mystiques et des mydriatiques (Cochet-Bonnet-Chaix)

- pour le mydriase - une augmentation de la zone optique sphérique portant surtout sur l'axe vertical et du côté inférieur est retrouvé dans 6 cas sur 8.

- pour le myosis - ici aussi on note une augmentation de la sphéricité mais surtout dans le plan horizontal et du côté nasal, l'accroissement de sphéricité semble moins grand dans les cas de myosis que dans les cas de mydriase.

Madame CHAIX a tracé des graphiques permettant de représenter les déformations cornéennes en fonction d'un coefficient de déformation

$$d = \frac{E\, d\, n}{N}$$

avec $dn = \frac{R'm - Rn}{2\,Tn}$

Pour chaque angle visuel, il y aura déformation si $d\,n > 1$ - Il n'y aura pas déformation si $dn = 1$.

Sur les 2 schémas ont été portés les points figuratifs des déformations provoquées =

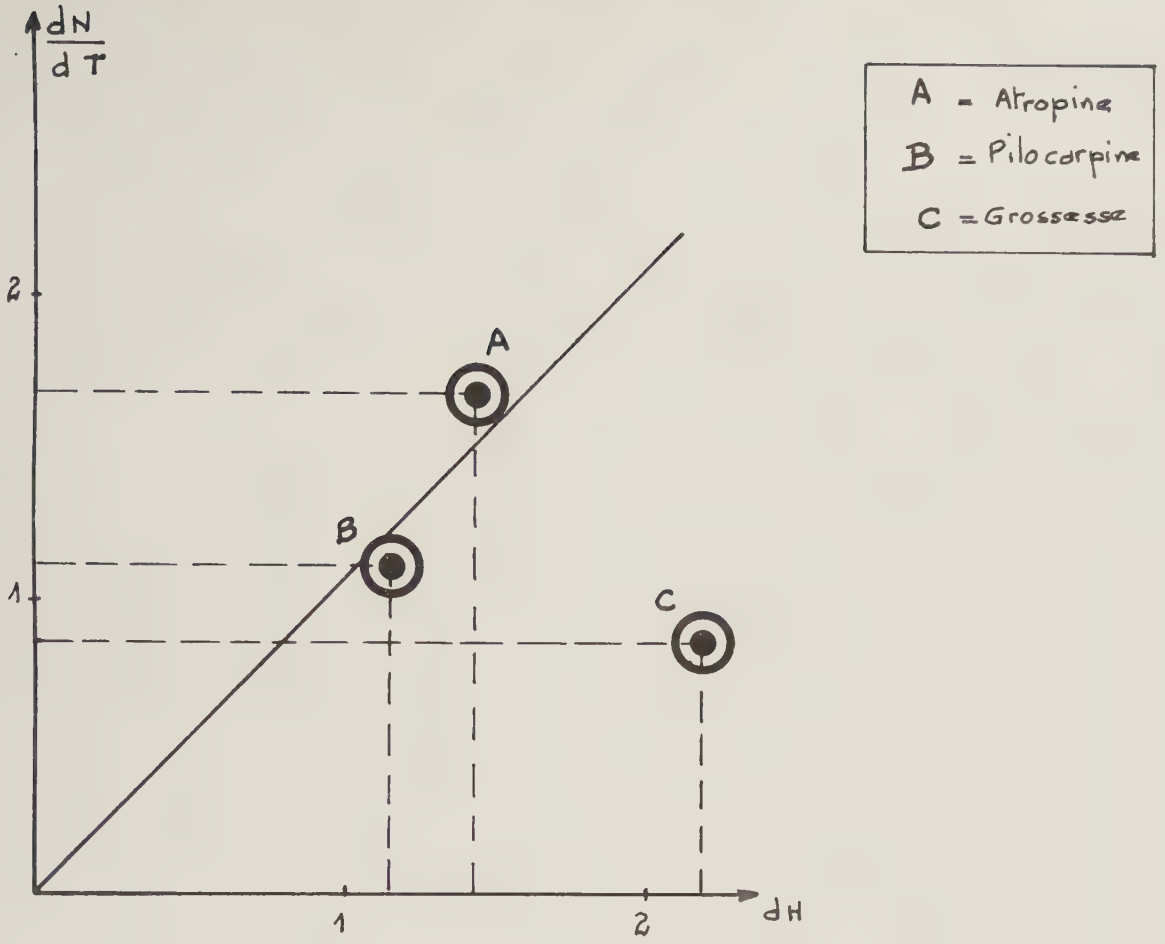
A = sous l'action de l'atropine
B = sous l'action de la pilocarpine
C = sous l'effet de la grossesse.

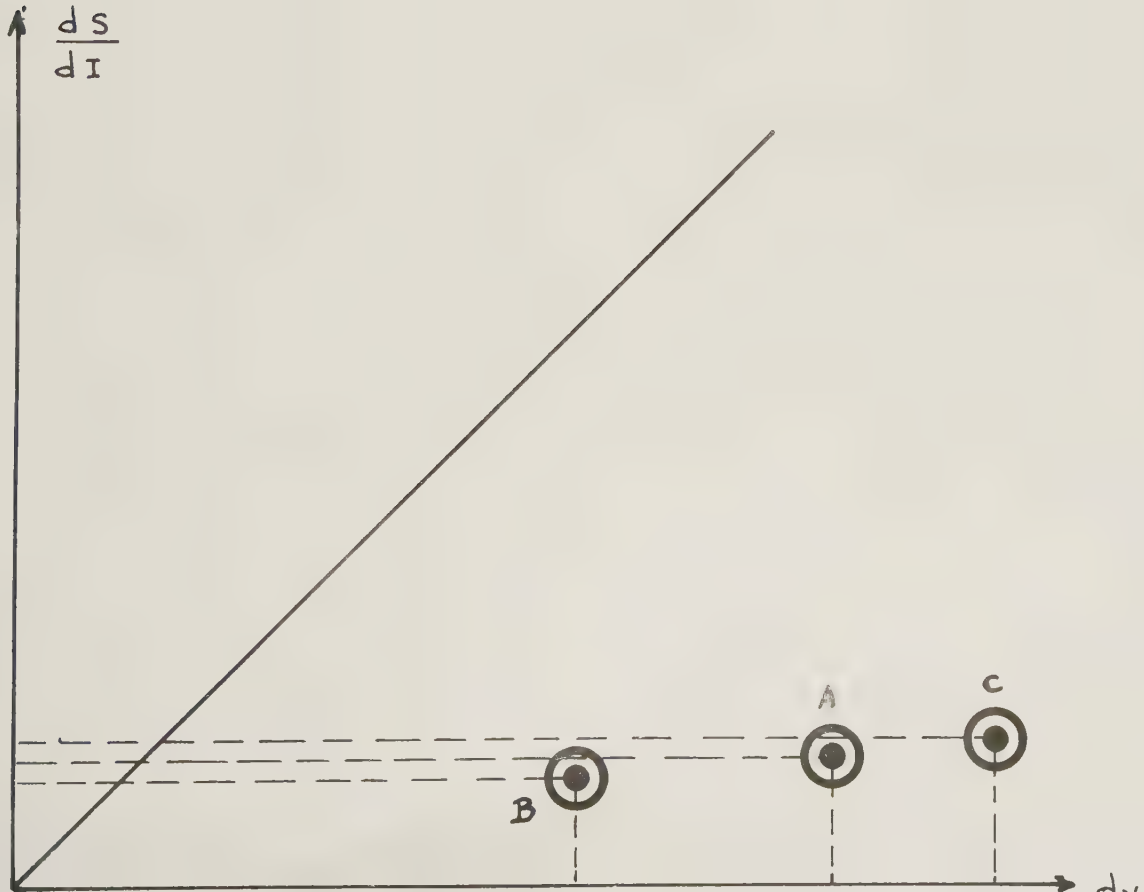
- Pour la pilocarpine, il n'y a pas de déformation sur le méridien horizontal, par contre, il y a migration de tous les points en vertical inférieur.

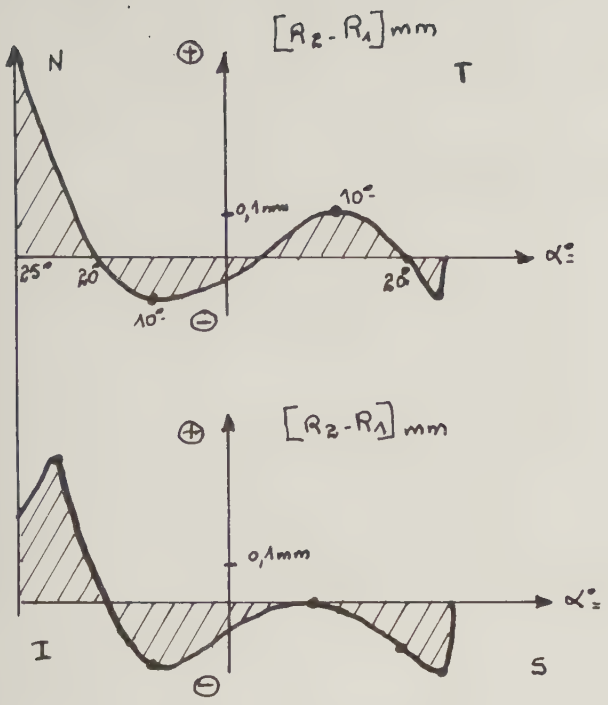
- pour l'atropine, les points se retrouvent plutôt sur un axe oblique.

F - On a signalé enfin des modifications importantes de la topographie cornéenne, lors de régimes amaigrissants, avec sévères restrictions alimentaires et absorption de médicaments modérateurs de l'appètit (Préludine - Cafilon).

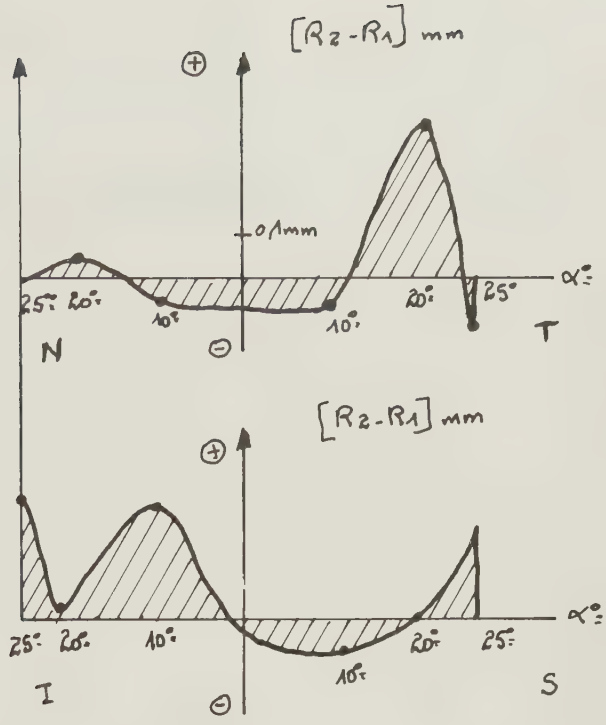
L'arrêt de cette médication et le retour à une alimentation normale, ont, dans le cas cité par MASSIN et RAPILLY, ramené la cornée à sa topographie ancienne, même sans lentille.


dN/dT
A = Atropine
B = Pilocarpine
C = Grossesse
2
1
A
B
C
1
2
dH

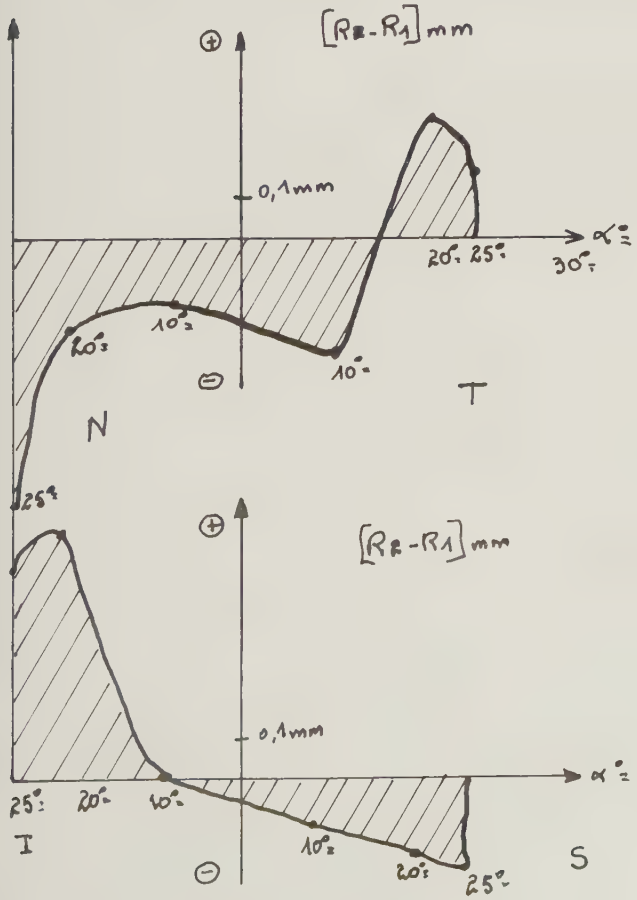

dS/dI
A
B
C



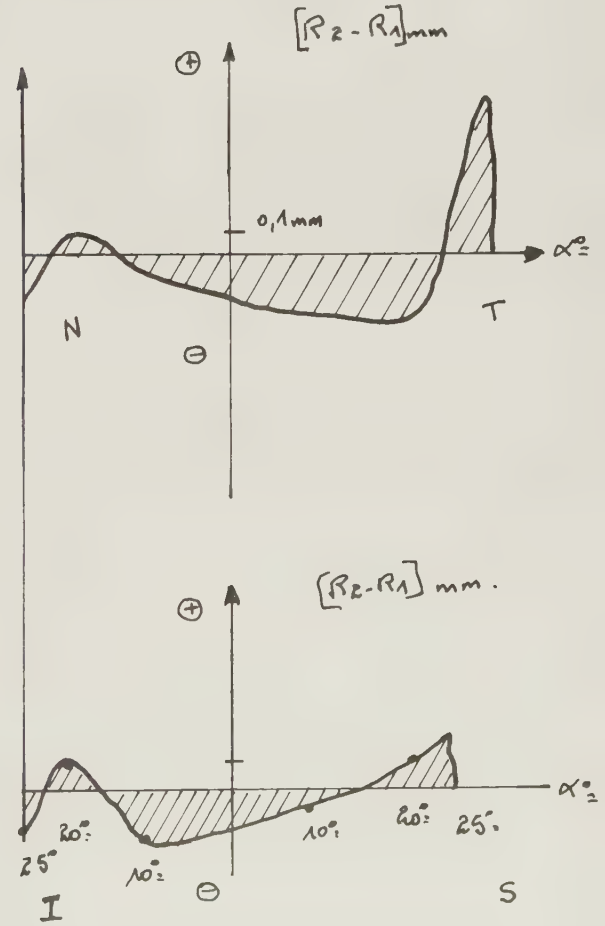
DEFORMATION PAR MYDRIASE



MODIFICATION APRES ESSAI DE 2H.



Modification Monoculaire
Après REGIME AMAIGRISSANT



Modifications monoculaires BRUTALES
Après 3 mois de Port

DEFORMATIONS PROVOQUEES OU MECANIQUES

A) - DEFORMATIONS DUES A LA SANGLE PALPEBRALE SUPERIEURE

C'est une déformation à caractère pseudo-permanent due à la pression de la paupière supérieure. Il s'agit de déformations fugaces se produisant à chaque battement de paupière, et qui entraîne des différences entre la forme de l'oeil - paupière relevée - et la forme de l'oeil avec paupière normalement placée. Ces déformations n'entraînent pas, en général, de modifications de l'astigmatisme de la zone centrale, ni de volume de la chambre antérieure. Ces déformations sont de l'ordre de 0,5 mm environ.

B) - DEFORMATIONS DUES AU PORT DE VERRES DE CONTACT

Les déformations cornéennes crées par le port de verres de contact, sont des faits actuellement bien établis - qu'il s'agisse de verres scléraux ou de lentilles -.

Avant d'exposer très brièvement ce chapitre particulièrement important, il n'est pas possible de passer sous silence, l'énorme et patient travail effectué par le Dr. COCHET, sur les variations physiologiques - de la topographie cornéenne - (la Kératométrie topographique - Cochet 66 -) travail sans lequel il n'est pas possible d'apprécier avec exactitude une déformation par port de verres de contact.

COCHET a calculé :

- les variations moyennes de chaque pointe d'une topographie
- les variations moyennes par zones, c'est-à-dire des zones dites Ro, R1, R2

V.M. de Ro = 0,03 mm
V.M. de R1 = 0,09 mm
V.M. de Rz = 0,13 mm

- le total des variations moyennes = 1,70 mm.

- Cette moyenne des variations totales n'est pratiquement pas influencée ni, par les variations de l'amétropie (faible, moyenne ou forte), ni par le grand écart de temps pouvant séparer deux mesures.

.../...

- dans deux groupes d'individus,, l'un présentant des variations physiologiques très importantes, (supérieures à 2,5 mm) et l'autre des variations peu importantes (inférieures à 1,00)

= ni l'âge
= ni le sexe
= ni l'anomalie moyenne de réfraction.
= ni l'écart de temps entre 2 mesures.

n'ont d'influence notable.

- avec ces quatre éléments de comparaison, l'auteur ne trouve aucune explication aux personnes ayant de grandes déformations et aux personnes n'en ayant que de très faibles entre deux mesures.

. Comment peut on utiliser la connaissance des variations physiologiques pour apprécier une déformation par port de verre de contact ?

Deux procédés sont proposés par Cochet.

1) Soit déduire de chaque point d'un relevé, l'erreur moyenne dite physiologique, point par point, puis ces points sont retenus pour permettre d'étudier les moyennes des zones Ro, R1, R2.

2) soit, la formule peut-être moins précise, mais de réalisation plus facile, (méthode retenue par l'auteur), qui consiste à supprimer la moyenne des erreurs par zone, une fois ces moyennes établies. Afin de limiter au maximum, dans le sens d'une exagération, les déformations par port de verre de contact, il faut être large dans les appréciations, c'est à dire que pour le total des déformations, Cochet retient 2,50 mm et pour les moyennes par zone, il retient :

- pour Ro = $\pm$ 0.05
- pour R1 = $\pm$ 0,10
- pour R2 = $\pm$ 0,15

Pour la représentation courante des déformations, et pour son utilisation en adaptation, l'auteur préfère, à la représentation graphique, valable pour quelques cas et non pas en clinique courante, la représentation en équation, c'est-à-dire :

$$. \; ID = \frac{Ro/R1/R2}{DT}$$

ID = indice de déformation
DT = déformation totale.

Une cornée qui ne déforme pas aura donc pour équation =

trois fois zéro sur zéro - Et la cornée qui se déforme seulement, par exemple, sur Ro de 0,15, avec malgré tout une déformation totale inférieure à 2,50 aura pour expression =

$$\frac{+\,0,10\,/0\,/0}{0}$$

Comment se comporte une cornée sous verre de contact ?

Toujours dans le même travail, Cochet étudie 200 globes, soit 200 topographies contrôlées après port. Quelles conclusions en tire-t-il ?

1) - la proportion des déformations physiologiques est très importante : 192 déformations sur 200 globes.

2) - le Ro = voit son rayon initial diminué, donc il subit un bombement dans 94 cas (soit 94 cas sur 200)

= voit son rayon initial augmenté, donc il subit un aplatissement dans 28 cas sur 200.

= reste inchangé dans les limites du physiologique, dans 70 cas.

3) - le R1 = subit : un bombement dans 72 cas
un aplatissement dans 60 cas
reste inchangé dans 60 cas.

4) - le R2 = subit : un bombement dans 92 cas
un aplatissement dans 43 cas
reste inchangé dans 57 cas.

On peut donc conclure que dans la grande majorité des cas,

La cornée a tendance à se bomber dans son ensemble
(sous verre de contact)

.../...

BONNET et EL HAGE, arrivent à des conclusions similaires sur un nombre plus restreint de cas - Pour eux, les déformations, et plus spécialement les déformations anormales, sont toujours à allure conique, c'est-à-dire marquées par une diminution des rayons de courbure centraux et une augmentation des rayons de courbure latéraux, indépendamment de la nature de l'adaptation. La déformation cornéenne reproduit à peu près dans tous les cas celle du Kératocône.

Un fait particulièrement intéressant et qui souligne la valeur de l'ophtalmométrie topographique est le peu de modification des courbures mesurées avec le Javal par rapport à l'importance des modifications d'ensemble (BONNET - MASSIN - RAPILLY).

EL HAGE a étudié les déformations cornéennes après port de lentilles souples Geltakt du Professeur WICHTERLE - Les observations bien que peu nombreuses, semblent montrer des déformations cornéennes, inverses de celles obtenues avec les lentilles dures - aplatissement central et bombement périphérique -

De plus, la déformation globale trouvée après port de lentilles molles, serait inférieure à la déformation totale trouvée après port de lentilles dures.

Toujours selon EL HAGE, les déformations sur l'axe vertical seraient plus marquées avec les lentilles dures qu'avec les lentilles souples - l'explication en serait la suivante - la lentille souple adhère sur la cornée comme une véritable ventouse et la paupière supérieure déformerait moins facilement la cornée, par l'intermédiaire d'une matière souple que par celle d'une matière rigide - Par contre, l'axe horizontal est plus déformé avec les lentilles souples qu'avec les dures. (voir plus haut).

C - OPHTALMOMETRIE TOPOGRAPHIQUE ET KERATOCONE

Comme l'ont signalé COCHET et BONNET en 1960, puis COCHET et BARBARA en 1962, l'ophtalmomètre topographique trouve dans l'étude du Kératocône l'objet de l'une de ses plus intéressantes utilisations.

Cet intérêt se manifeste aux trois stades suivants :

- Etude topographique proprement dite, et éventuellement diagnostic de la maladie.
- Etude de son évolution
- Etude de la correction par optique de contact.

1) Sur le plan purement topographique, on constate que la variation, le long d'un méridien, n'est pas régulière - la loi d'aplatissement lorithmique ne peut s'appliquer - On constate que la variation de courbure est particulièrement rapide près du centre ou dans la zone moyenne. (de 1 à 4 mm par exemple).

Le mesure des rayons de courbure est souvent très difficile, les mires étant très déformées. C'est dans de tels cas que la photokératoscope d'Amiard devrait bientôt affirmer de manière indiscutée sa supériorité.

2) Dans tous les cas, la topographie cornéenne, notée et relevée dans les observations, nous donnera un élément de base solide pour affirmer ou infirmer l'évolution de l'affection. Mais on ne peut se limiter à des pointes dans deux méridiens perpendiculaires puisqu'il n'y a pas, en général, de méridiens principaux dans une cornée de kératocône. Il faudrait multiplier l'exploration - c'est long, fastidieux, (ce qui n'est rien) mais surtout peu précis, (mires déformées s'affrontant mal) - c'est donc avec impatience que nous attendons la mise au point d'une méthode plus précise - c'est ce à quoi travaillent AMIARD et COCHET.

Nous pourrons alors espérer obtenir une classification anatomique des Kératonones, qui est très attendue.

D - Enfin, il faut signaler des cas où les déformations sont voulues et provoquées par le verre de contact.

Après une intervention pour greffe de cornée ou de cataracte, on a la désagréable surprise de constater que la forme cornéenne résultante n'est pas celle qui était souhaitée : ectasie du bord du greffon ou de la cicatrice de kératotomie qui sont la cause d'astigmatismes géants ou irréguliers.

Ce sont des indications d'urgence de port de verre de contact, le plus souvent scléral, sous surveillance ophtalmologique répétée et grâce à l'aide de l'adaptateur dont les retouches permettent de suivre les progrès de traitement.

Dans le même ordre d'idée, nous voudrions rapporter brièvement notre expérience personnelle des verres de contact en temps que matériel de déformation contrôlée ou plus exactement de remodelage cornéen -

Il s'agit de dix plaies perforantes du globe que nous avons traitées par la pose d'une lentille cornéenne de 10 à 12 mm de diamètre, percée de 8 petits trous périphériques permettant de l'ammarrer solidement à la conjonctive péri-

.../...

limbique - (fabriquées par les Laboratoires Raspail). Cette lentille laissée 15 jours à demeure, est aisément tolérée. Elle ne laisse qu'un astigmatisme résiduel minime, grâce à un affrontement continu des lèvres de la plaie. Elle a donc une action de moulage et de contention - La cicatrisation est parfaite, et aucune complication immédiate ou secondaire n'est venue contrarier l'évolution vers la guérison. (cette technique nous a été enseignée par le Docteur SALMON de THIONVILLE)

II - LA TOPOGRAPHIE DANS L'ADAPTATION DES VERRES DE CONTACT

La publication du livre de Mr. BONNET - qui fut tant attendue - avait fait naître chez les adaptateurs, l'espoir de connaître une nouvelle technique, plus facile, plus rapide et permettant d'obtenir de meilleurs résultats.

Pourquoi quatre ans plus tard, cette méthode est-elle critiquée, peu utilisée et même souvent abandonnée ?

L'appareil du type actuel, permettant de relever la topographie cornéenne, n'est sorti de l'usine que deux ans après la sortie du livre. Ceux qui avait acheté le livre, ne pouvaient pas essayer sur le plan pratique la méthode, et beaucoup se décourageaient.

Un premier appareil avait été distribué à quelques initiés ; mais il avait un certain nombre de défauts :

a) mires déformées ou floues
b) point de fixation imprécis
c) tambour de lecture se déréglant facilement.

Ceux qui possèdèrent cet appareil, ne purent en tirer de conclusions définitives.

Enfin, l'appareil tel qu'on le trouve actuellement, fut mis sur le marché. Là encore, il y eut des déceptions. Dès la livraison, les mesures spécifiques étaient faussées, ou bien le devenaient après quelques semaines d'utilisation - certaines erreurs allant dans un appareil, jusqu'à 30/100è. en mesure spécifique - Il fallait donc chaque fois, apporter une correction aux mesures.

Il semble que la maison qui fabrique l'ophtalmomètre topographique ait fait un effort. Nous avons pu utiliser l'appareil de Monsieur GODIGNON (Paris-Contact) qui est parfaitement juste.

Il faut, tout de même, au début, vérifier la position des mires sur des billes, comme nous l'avons indiqué dans les pages précédentes.

Il est possible que l'on soit obligé de tricher, en affrontant les tests un peu à droite ou un peu à gauche, mais comme ce défaut est constant, il est facile de prendre l'habitude de refaire toujours les mesures de la même manière.

Le point de fixation, tel qu'il est actuellement conçu, ne tient pas très bien. Nous y avons remédié, en le fixant, avec un morceau de scotch

Supposons donc, que l'on puisse utiliser maintenant un ophtalmomètre en parfait état de marche.

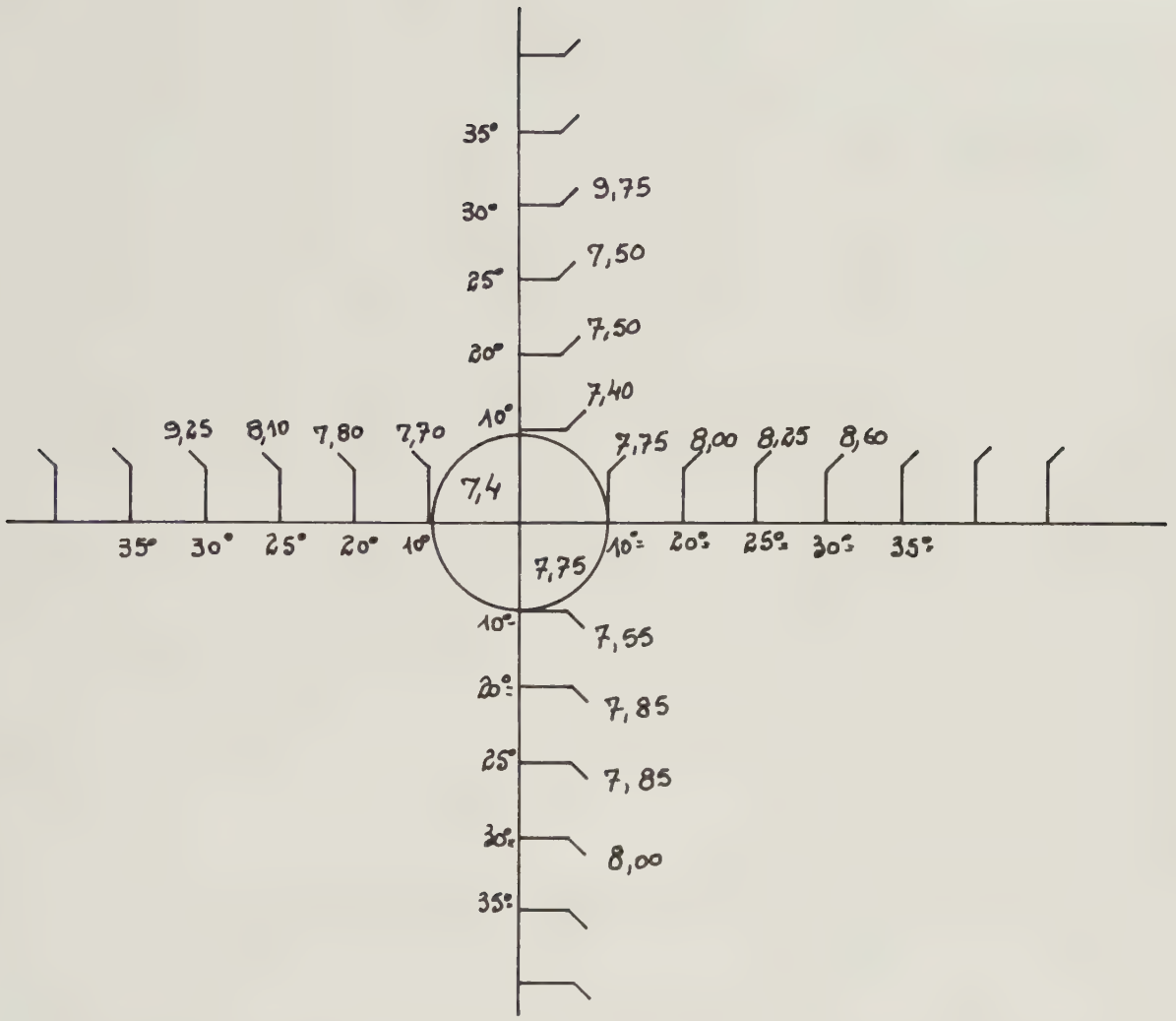
Peut-on faire dans ce cas des mesures exactes et surtout constantes c'est-à-dire que ces mesures faites à plusieurs reprises sur un même sujet soient concordantes?

a) Sur le plan théorique, la méthode qui consiste à donner un point de fixation variable à l'oeil que l'on explore, ne donne aucune garantie quant à l'emplacement précis du point sur lequel on fait la mesure.

Cette méthode, Monsieur BONNET est le premier à le reconnaître, est une méthode topographique relative, en ce sens qu'elle permet d'avoir une idée assez précise sur la variation dela courbure sur un méridien connu. C'est une loi de variation qui est recherchée. Il est donc assez peu important, en définitive, que nous sachions sur quel point précis de la cornée nous faisons la mesure - Ce qui est important, c'est de savoir dans quel sens varie la courbure, quelle est la courbe de variation, et Mr. BONNET a indiqué dans son livre, que lorsque la cornée était régulière, il semblait suffisant d'avoir 2 séries de mesures (axe vertical et horizontal) pour pouvoir avec une précision suffisante, donner le profil cornéen qui permettrait ultérieurement l'adaptation du verre de contact. Ces recommandations n'ont rien de restrictif bien sûr : on peut explorer autant de méridiens que l'on désire. Cela peut-être le cas pour un kératocône.

b) Sur le plan pratique, c'est-à-dire dans le cadre de la fabrication des lentilles nous répondrons avec Monsieur Godignon, de façon affirmative, à la question posée plus haut.

En effet, pour un opérateur habitué au maniement de l'ophtalmomètre, les différences ou les erreurs de mesures ne sont pas assez importantes pour modifier la forme de la lentille.



Un type de relevé topographique (BONNET)

Fig. 13

.../...

			C	90°	7,74	7,46	7,60
			S	90°	7,75	7,40	7,57
	N	T	I	S		MOYENNES
10°	7,80	7,80	7,60	7,60		7,70
15°	7,80	7,90	7,80	7,50		7,75
20°	8,00	8,10	7,90	7,80		7,95
25°	8,50	8,70	8,70	8,00		8,47
30°		10,30	10,10			10,20
35°						

Fig. 14

Un autre type de relevé topographique (COCHET)

Ses avantages sont évidents :

1) Il permet de lire d'un seul coup d'oeil toutes les mesures des rayons de courbure pour un angle donné (horizontalement).

2) Il permet de lire d'un seul coup d'oeil les rayons d'un même secteur selon les angles étudiés (verticalement).

3) Il permet de noter les moyennes des rayons de courbures pour un angle donné.

ETABLISSEMENT DE LA LENTILLE THEORIQUE

D'aucuns pourront penser que le travail de l'ophtalmologiste s'arrête au relevé topographique - Nous pensons au contraire qu'il doit pousser plus loin son travail et arriver à prescrire de son propre chef, la lentille théorique, que le technicien réalisera ainsi sur mesure : les ophtalmologistes pous la plupart n'en sont pas encore là. Cela suppose de leur part, une transformation radicale des esprits et une spécialisation telle, que peu d'entre eux y sont enclins.

Il est pourtant indispensable que l'ophtalmologiste sache comment à partir des chiffres qu'il donne, va naître la lentille théorique.

Nous disposons donc d'un relevé topographique que nous supposerons bien fait.

La mesure du Ro, rayon au centre de la cornée, doit être très précise. L'expérience de plusieurs années de fabrication a montré qu'une lentille construite à partir de la moyenne des rayons classiques au centre :

$$\frac{R \text{ vertical} + R \text{ horizontal}}{2}$$

était souvent trop plate. Pourquoi ? Reportons-nous à l'exemple que nous donne Mr. BONNET.

" Il peut arriver que les rayons de courbure mesurés à l'ophtalmomètre classique ne soient pas réellement les rayons de courbure principaux au sommet géométrique, c'est-à-dire, les rayons maxi et mini en ce point. Ceci peut résulter d'un décentrement important du pôle ophtalmométrique par rapport à lui, et d'une grande différence d'aplatissement [illegible] demi-méridiens correspondants.

C'est le cas pour le relevé topographique ci-conti

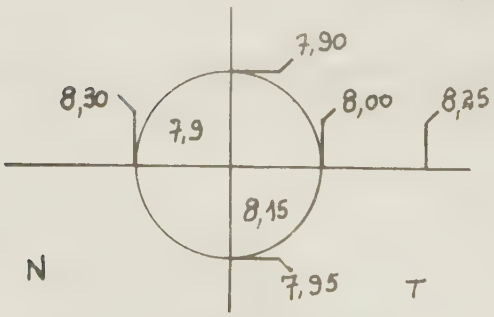


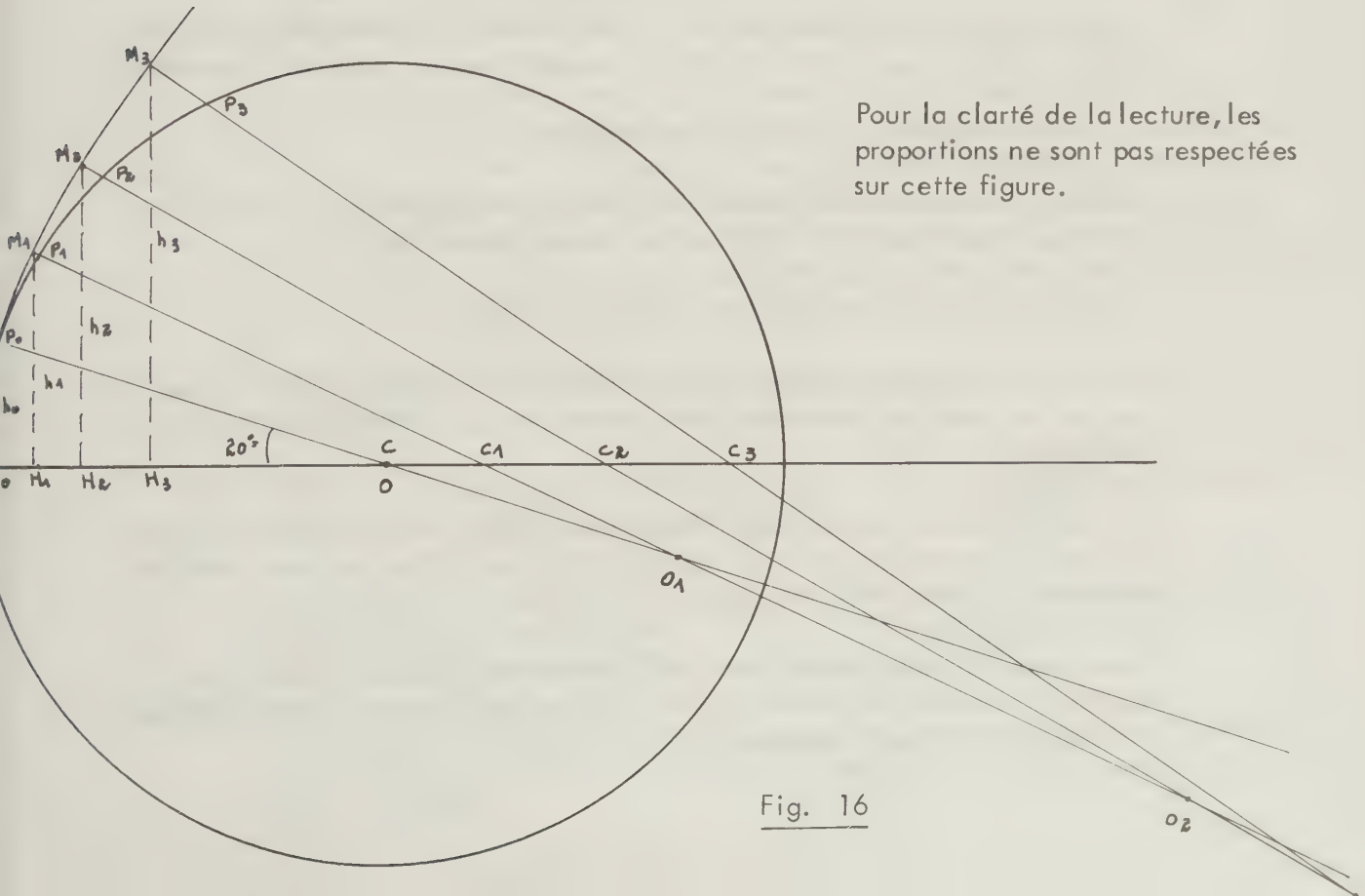
Fig. 15

Le rayon au sommet géométrique, décalé de 10° temporal, est 8,00, alors que la mesure classique indique 8,15 - tout est normal sur l'axe vertical, au contraire où les mesures à 10° supérieur et inférieur confirment la mesure classique centrale = R v = 7,9.

Il en résulte que le Javal classique indique un astigmatisme cornéen apparent (8,15 - 7,9) nettement supérieur à l'astigmatisme réel (8,00 - 7,9). Le rayon de courbure central de la lentille Ro sera pris égal à 7,95 et non pas à $\frac{8,15 - 7,9}{2} = 8,0$. On sait que cette différence de 0,05 mm a une grande importance pour l'alignement de la lentille. Cet exemple illustre encore l'intérêt évident de l'ophtalmométrie topographique, au regard de la "grossièreté" des mesures classiques.

Il est donc conseillé de faire au centre, non seulement la mesure classique, mais aussi une série de 2 mesures spécifiques, ceci en déplaçant le point de fixation de 10° du côté de la mire utilisée. Cela permet de corriger la moyenne de Rayons classiques et fait cambrer le Ro.

Lorsqu'il s'agit dela cornée dont l'aplatissement est rapide, c'est-à-dire, lorsque les différences de rayons, mesurées de 5° en 5°, sont importantes, il est bon de mesurer de 2°5 en 2°5.



Pour la clarté de la lecture, les proportions ne sont pas respectées sur cette figure.

Fig. 16

La loi d'aplatissement établie par Monsieur BONNET :

$$K = \frac{1}{\alpha - \alpha_o} \log \frac{R2 - Ro}{R1 - Ro}$$

et qui est pour $\alpha - \alpha o = 5°$

$$K = 11,46 \log \frac{R2 - Ro}{R1 - Ro}$$

devient alors pour $\alpha - \alpha o = 2,5°$

$$K = 22,92 \log \frac{R2 - Ro}{R1 - Ro}$$

Comment à l'aide des mesures cornéennes, déterminer le profil de la lentille ? (Fig. 16).

Représentons la cornée suivant un demi-méridien.

- Soit l'axe ophtalmométrique S X et 0 le centre de courbure de la cornée, dans la zone qui peut être considérée sans aplatissement notable (environ 20°)

- Soit Mo le point où commence l'aplatissement.

La mesure spécifique en Mo donne une mesure différente du rayon mesuré en S - Nous l'appellerons R1 et le centre de courbure est en 0 1.

En M1, nous mesurons R2 dont le centre est en 0 2.

En M2, nous mesurons R3 dont le centre est en 0 3 - et ainsi de suite jusqu'à ce que les mires trop déformées indiquent des irrégularités périphériques non mesurables.

On remarque que les centres de courbure correspondants aux points Mo, M1, M2, M3, c'est-à-dire, 01, 02, 03, sont situés en dehors de l'axe ophtalmométrique, et de plus en plus éloignés de cet axe.

Nous devons insister ici sur ce point ; ce serait une grossière erreur que d'utiliser le rayon de courbure donné par l'appareil, comme rayon de dégagement au point périphérique considéré.

.../...

Sur le plan pratique, le regret que peut entraîner une telle constatation doit être atténué par le fait que ce rayon de courbure étant plus important que le rayon de dégagement, l'étude des déformations de la cornée, basée sur le relevé direct des rayons de courbure, peut être considérée comme une méthode d'amplification, donc plus précise qu'une autre méthode, qui par exemple nous donnerait le rayon de dégagement (P. COCHET).

Dans l'état actuel de la fabrication des lentilles, les centres de courbures des différentes bandes d'aplatissement, ne peuvent être situées que sur l'axe.

Prenons par exemple, le point M1. - Le centre de courbure de la cornée en ce point est en 02 ; le rayon de courbure mesuré à l'ophtalmomètre spécifique étant R2.

Il s'agit de déterminer sur la lentille, un point M'1 situé à une distance M1H1 de l'axe, coïncidant avec M1 et par conséquent de calculer un rayon M1C1 = R1 et un centre de courbure C1, situé à une distance 0 C1 du centre 0.

Nous avons vu que le centre 0 est le centre de la zone dite optique. Si avec 0 comme centre et OP comme rayon, on trace un cercle, nous conviendrons après Monsieur BONNET, d'appeler ce cercle, "cercle de référence".

Note : Des recherches sont actuellement en cours, pour fabriquer des lentilles dont les dégagements auraient leur centre de courbure, non plus sur l'axe, mais en dehors de l'axe, exactement comme ceux de la cornée. L'intérêt de cette méthode est de supprimer les transitions entre les bandes qui peuvent provoquer des zones d'appui. La méthode qui consiste à amortir ces transitions enlève de la précision par une modification incontrolable des dégagements.

M1 P1, M2 P2, M3 P3, sont les distances des points M1, M2, M3 - au cercle de référence.

Dans le cas idéal, où il n'y a pas d'astigmatisme cornéen notable, le cercle de référence dela cornée, est identique à celui de la lentille.

Les distances M1 P1, M2 P2, M3 P3, que Monsieur BONNET appelle écart normal au point considéré, doivent être les mêmes que les distances M'1 P1, M'2 P2, M3' P3 au cercle de référence de la lentille.

Naturellement, la cornée étant souvent astigmate ou irrégulière, il faut faire un compromis et obtenir une coïncidence des points M et M' sur la plus grande surface possible.

.../...

Nous venons de prononcer le mot de compromis, et les détracteurs de la méthode topographique vont objecter que, dans ce cas, il n'est pas nécessaire de se compliquer la vie par des mesures fastidieuses et que la méthode empirique et routinière des essais successifs des lentilles, n'est pas inférieure.

Et là, nous ne sommes pas d'accord ! En effet, la lecture d'une bonne topographie renseigne d'un coup d'oeil, sur le genre de lentille à utiliser.

= son dégagement lent, moyen ou rapide.

= les dimensions de sa zone optique

Elle permet de déceler les anomalies de forme, et nous verrons plus loin que la topographie permet de déceler aisément un Kératocône fruste ; Bref d'avoir devant soi, un document aussi incontestable que peut l'être un champ visuel ou un test de Lancaster.

Mais revenons à un point particulièrement important :

- La détermination du diamètre de la zone optique.

Revenons à la figure 16.

Mo Ho = Mo 0 sin 20° = Ro sin 20°, est d'environ : 2,67 mm par un rayon moyen Ro = 7,80 mm.

Théoriquement, le diamètre de la zone optique se trouve diminué pour des rayons inférieurs, mais même dans le cas de Kératocône, à rayons de l'ordre de 5 mm, le diamètre optique est rarement inférieur à 5 mm. Il faut tenir compte de légers mouvements de la lentille et ne pas couper une partie du champ visuel.

Une lentille bien alignée avec une zone optique de 5,5 mm, même lorsque la pupille est dilatée par le crépuscule, ne présente aucun inconvénient, les zones périphériques de la cornée, correspondant au cercle pupillaire, présentant des abérrations.

Par contre, dans le cas d'aplatissement lent de la courbe cornéenne, il est recommandé d'utiliser une zone optique plus grande : cela va de soi, puisque la différence R1 - Ro est petit et que r1 et Ro sont alors identiques.

Les mesures prises à l'ophtalmomètre étant prises de 5° en 5° par exemple, les zones correspondantes sont égales à R sin 5°, ce qui revient à exécuter des bandes d'une largeur d'environ 5/10 à 7/10 de millimètre.

= Comment détermine-t-on les points M'1 - M'2 - M'3 .. de la lentille ?

La détermination de ces points peut se faire de plusieurs manières.

A) Par la méthode du coefficient d'aplatissement, de Mr BONNET

Les coefficients d'aplatissement, ou les rapports :

$$\frac{R\,2 - Ro}{R\,1 - Ro} = q$$

calculés entre 2 pointes distantes de 5°, seront notés dans les 4 demi méridiens, et pour tous les pointés effectués, par rapport au Ro choisi comme rayon de courbure de la zone optique centrale, on prendra comme coefficient d'aplatissement moyen, la moyenne arithmétique des k ainsi trouvés, arrondie à 0,5 près. On ne tient pas compte dans cette moyenne des k correspondant à un bourrelet ou à un pli.

A cette valeur de k, correspond $k' = k - 1$ et une valeur de la progression géométrique q' qui donne la rapidité de variation des dégagements (r - Ro).

Nous présentons ici le tableau que donne Mr. BONNET, de la correspondance entre les valeurs de k et de q pour des écarts ou des largeurs de bandes angulaires de 5°.

Il faut se rappeler pour la suite, que toute variation de la largeur de bande de 0,2 mm par rapport à la précédente, correspond à une variation de k de 0,5 et de q' de 0,1.

k	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
q'	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8

Si on trouve par exemple : k moyen = 3,3, on prendra k moyen = 3,5 d'où k' = 2,5 et q' correspondant = 1,7

../...

Supposons que Ro = 7,7 pour un diamètre optique théorique de 20° = 5,4mm et que le 1er dégagement soit pris, égal à r - Ro = 0,2 mm, la progression des dégagements sera alors la suivante :

. 0,2 x 1 = 0,20
. 0,2 x 1,7 = 0,35
. 0,35 x 1,7 = 0,60
. 0,60 x 1,7 = 1,00

Les largeurs de bande théoriques sont, pour Mr BONNET, de 0,6 mm : il les prend en fait de 0,5 mm, ce qui donne une progression de dégagement plus rapide, ceci pour tenir compte du parallélisme de la surface interne de la lentille par rapport à la cornée, qui impose pour la première une courbure légèrement plus grande.

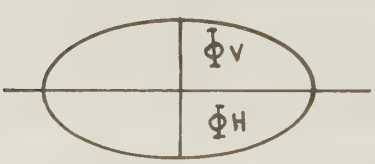
Mr BONNET explique ensuite, qu'il y a une exception pour la 2ème bande (dans cet exemple), la différence entre elle et la précédente du point de vue courbure n'étant que 0,35 - 0,20 = 0,15 : différence insuffisante selon cet auteur, si l'on s'en tient aux méthodes de surfaçage utilisés à l'époque où l'ouvrage de Mr BONNET fut écrit - et de prendre alors r2 - Ro = 0,4 pour avoir une différence égale au minimum admissible (0,2 à l'époque) et compenser l'augmentation de courbure de 0,05 mm environ.

En fait, depuis, il est devenu possible de fabriquer des lentilles ayant 0,10 de différence, rendant ce petit tour de main inutile.

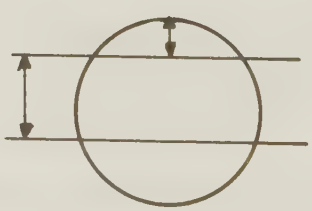
Exemple et schéma du calcul du profil interne d'une lentille d'après relevé topographique, selon la méthode de Mr. BONNET.

Voici les différentes démarches :

1) Caractéristiques de la cornée =



Ø 4 = 14 mm



Ø v = 12,3 mm

Fig 17

. Excentricité = $e = \frac{14 - 12,3}{14} = 12\ \%$ (normale)

. Ouverture palpébrale = normale

. Recouvrement inférieur = normal

. Recouvrement supérieur = normal.

2) Caractéristiques du relevé topographique.

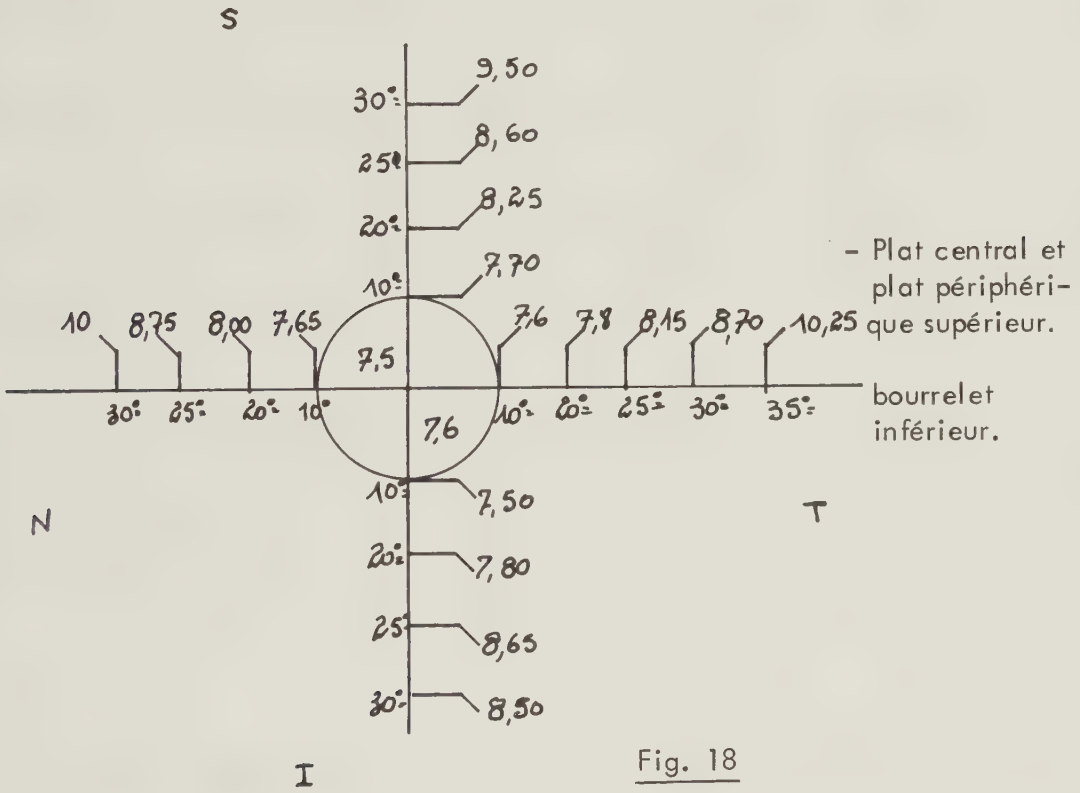


Fig. 18

Valeurs de K

	20 - 25°	25 - 30°	30 - 35 °
Temporal	4,2	3,2	4,00
Nasal	4,7	3,2	4,0
Supérieur	1,9	3,3	
Inférieur	6,00		

- Moyenne des K = 4,2
- Raison q = 2,3
- Raison q' = 1,9
- Moyenne des R1= 7,95

.../...

2) Caractéristiques de la lentille

ϕ = 9,80 mm (diamètre total)

Ro = $\frac{7,6 + 7,5}{2}$ = 7,55 mm

ϕ o = 5,3 mm (Diamètre de la zone optique)

1er dégagement de ϕ = 5,3 à 6,5 r1 - Ro = $\frac{7,95 - 7,55}{2,5}$ + O,O5 = 0,2 mm

2° dégagement de ϕ = 6,5 à 7,8 r2 - Ro = O,2 x 19 = 0,4 + 0,O5
(bande plus large)

3° dégagement de ϕ = 7,8 à 8,8 r3 - Ro = 0,45 x 1,9 = 0,85

4° dégagement de ϕ = 8,8 à 9,8 r4 - Ro = 0,85 x 1,6 = 1,35

On a donc les rayons de courbure des dégagements suivants :

de ϕ = 5,3 à 6,5 mm	r = 7,75
de ϕ = 6,5 à 7,8 mm	r = 8,00
de ϕ = 7,8 à 8,8 mm	r = 8,40
de ϕ = 8,8 à 9,8 mm	r = 8,90

REMARQUES :

1) Le calcul du 1er dégagement s'obtient en divisant R1 - Ro par un nombre constant qui dépend de k

Pour k moyen de l'ordre de 3 (cas le plus fréquent) ce diviseur est égal à 2

Pour k moyen de l'ordre de 2 , il est égal à 1,5

Pour k moyen de l'ordre de 4 , il est égal à 2,5

2) La deuxième bande de dégagement étant plus large que les autres, on augmente la différence trouvée de O,05mm

3) Pour le calcul de la dernière bande de dégagement, et par mesure de sécurité, on réduit systématiquement le multiplicateur q' de 0,3. De 1,9 il devient 1,6. Il est toujours facile en effet, après vérification du test à la fluorescéîne, de retoucher une dernière bande trop serrée, alors que le contraire est impossible.

B) PAR LA METHODE DES ABAQUES (COSCAS - RAPILLY - COCHET)

Cette méthode a été présentée lors de la discussion du rapport annuel de la Société de Paris, sur les verres de contact.

Ces auteurs utilisent :

1) La kératométrie topographique
2) Le coefficient d'aplatissement de BONNET (k)
3) Un coefficient de dégagement (C. D)
4) Des abaques, réalisées par Mr. AMIARD et basées sur la loi d'aplatissement logarithmique dela cornée et calculées pour une largeur de bandes standard de 0,5 et au besoin de 0,75.

Le coefficient de dégagement est la partie originale de cette méthode, il a été établi par l'un des auteurs (Dr. COCHET), d'une manière empirique, au cours d'une longue expériméntation (4.000 relevés topographiques) et peut permettre le calcul d'une lentille dite "théorique".

Trois principaux renseignements sont recherchés :

- le rayon de la zone optique centrale : Ro
- le diamètre de cette zone optique : Zo
- les dégagements, leur nombre, leur largeur.

Quelle est leur manière de procéder ?

1) Le Ro :

C'est la moyenne arithmétique des rayons de courbure en kératométrie classique, si elle est voisine des mesures spécifiques au sommet.

Exemple : Classique = 7,74 et 7,46 Moyenne 7,60
Spécifique = 7,75 et 7,40 " 7, 57

Dans le cas contraire, c'est la moyenne des mesures spécifiques au sommet qui sera retenue.*

* NOTE : Nous avons vu plus haut qu'il était préférable de calculer le Ro par moyenne des mesures spécifiques, plutôt que par la moyenne des rayons classiques, ce calcul permet de faire cambrer le Ro qui sinon est souvent trop plat.

.../...

2) Le diamètre de la zone optique Zo

après avoir rappelé les différentes opinions :

- de BONNET : La Zo de la lentille varie de 5 à 6 mm quand il y a une variation du Ro de 7 à 8,4 mm.

- de GIRARD : La Zo de la cornée varie de 3,8 à 9 mm (dont 84 % entre 5,2 et 6,8 mm) il réalise des Zo de lentilles, de 1 mm de plus que celles obtenues pour la cornée.

- de MANDELL : La Zo de la lentille est une fonction du diamètre pupillaire et ne devrait pas descendre au dessous de 7 mm.

Pour COCHET et ses Collaborateurs, la Zo doit être choisie en fonction du Ro retenu et du rayon spécifique à 10°.

Si la moyenne des rayons spécifiques à 10° est

1°) égale ou supérieure de 0,10 au plus du Ro choisi, le Zo sera de 6 mm.
2°) supérieure au Ro choisi de plus de 0,20 : la Zo sera de 5 mm.

3) Les rayons de dégagement.

Le R1 est celui qui a servi pour déterminer le coefficient d'aplatissement, en l'occurence la moyenne des rayons spécifiques à 15°. (1)

Le coefficient d'aplatissement k est donné par une première abaque en fonction des valeurs de (R1 - Ro) et (R2 - Ro) ou R2 est la moyenne arithmétique des pointés à 25° (voir abaque). (1) (Figures 19 et 20)

(1) NOTE : En ce qui concerne le calcul des moyennes, le Dr. COCHET n'utilise jamais les points dits "aberrants". Qu'entend-t-on par points aberrants ? Il s'agit de tout point dont le chiffre est inférieur à la moyenne précédente = on retirera donc pour le calcul de R1, les chiffres inférieurs au Ro choisi et pour R2, les chiffres inférieurs au R1 choisi on ne retiendra pas non plus les chiffres supérieurs d'un millimètre au chiffre le plus élevé des trois autres. Il est donc très sévère pour les chiffres nettement inférieurs à l'ensemble, afin que ce chiffre ne vienne pas remanier l'ensemble de sa moyenne. Il préfère donc ne prendre que 3 points et supprimer le quatrième point aberrant, plutôt que d'obtenir une moyenne faussée par ce quatrième point abérrant. Bien entendu, si l'on doit retirer plus d'un chiffre sur quatre, la valeur de la méthode est compromise.

.../...

Ce procédé qui consiste à supprimer un chiffre qui ne convient pas peut paraître choquant sur le plan scientifique, mais c'est une "recette" qui, dans la pratique, donne un bien meilleur résultat dans la qualité des lentilles théorique.

Pour calculer les autres rayons de dégagement (r2, r3, r4, etc...) deux autres abaques sont utilisées :

- l'une donne le coefficient de dégagement (C. D) en fonction du Ro choisi et du coefficient k - (echelle logarithmique de Ro et de k) (Figure 23)

- l'autre abaque donne la valeur de l'addition à donner au Ro choisi pour obtenir les rayons de dégagement r2, r3, r4, en fonction de R1 - Ro et de C. D (échelle logarithmique de R1 - Ro) (Figure 22)

Tous ces calculs ont été établis pour des largeurs standards de chaque bande de dégagement de 0,5 mm, pour une plus grande commodité de construction (toute variation de ces largeurs doit amener le choixd'autres rayons).

4) Enfin le diamètre total de la lentille reste fonction du diamètre horizontal de la cornée et doit être de 2 millimètres inférieur à celui-ci (en moyenne, COCHET retire 16% du diamètre cornéen pour avoir le diamètre total de la lentille.

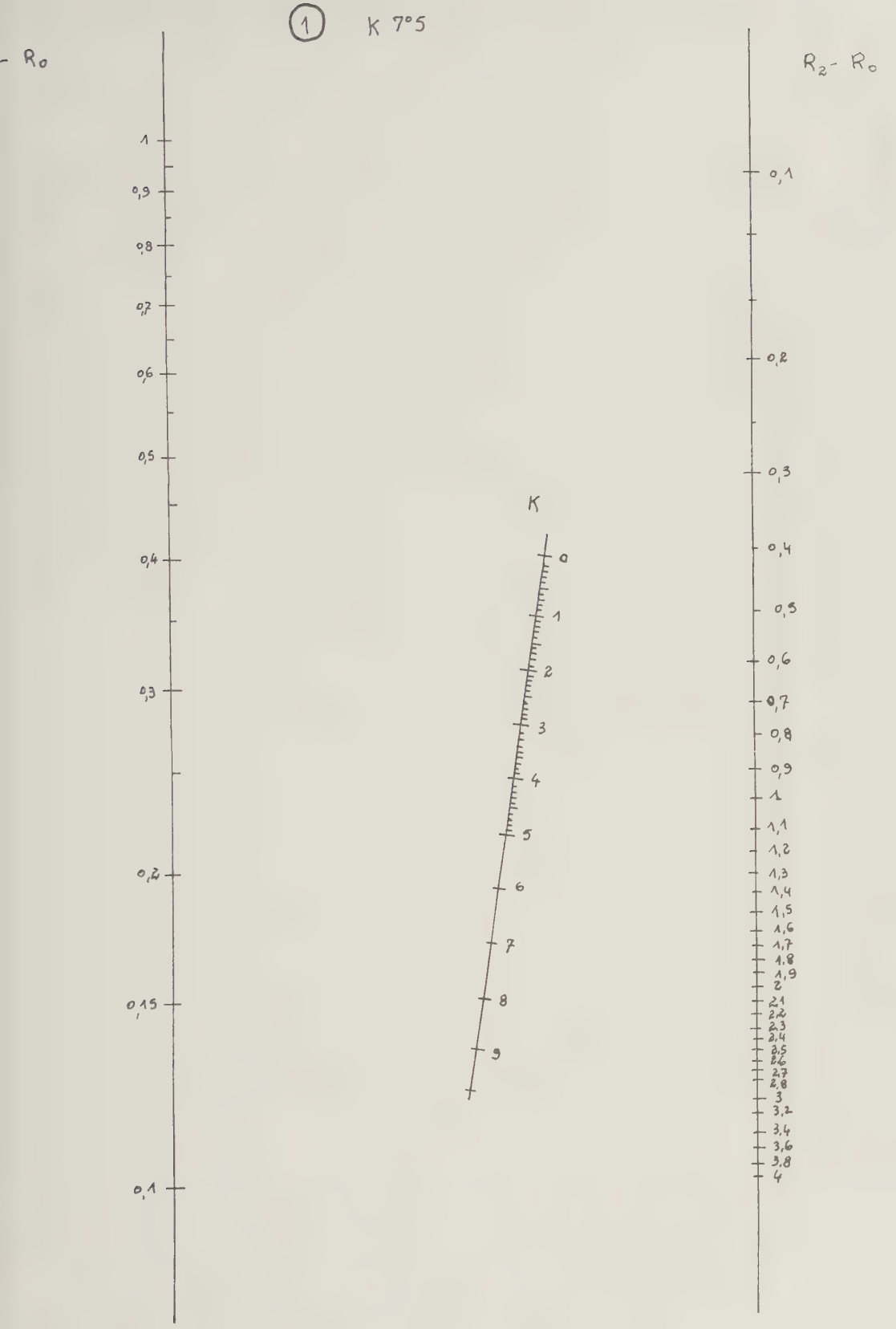

① K 7°5
- R₀
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,15
0,1
K
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
R₂ - R₀
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
1,9
2
2,1
2,2
2,3
2,4
2,5
2,6
2,7
2,8
3
3,2
3,4
3,6
3,8
4

Fig 20

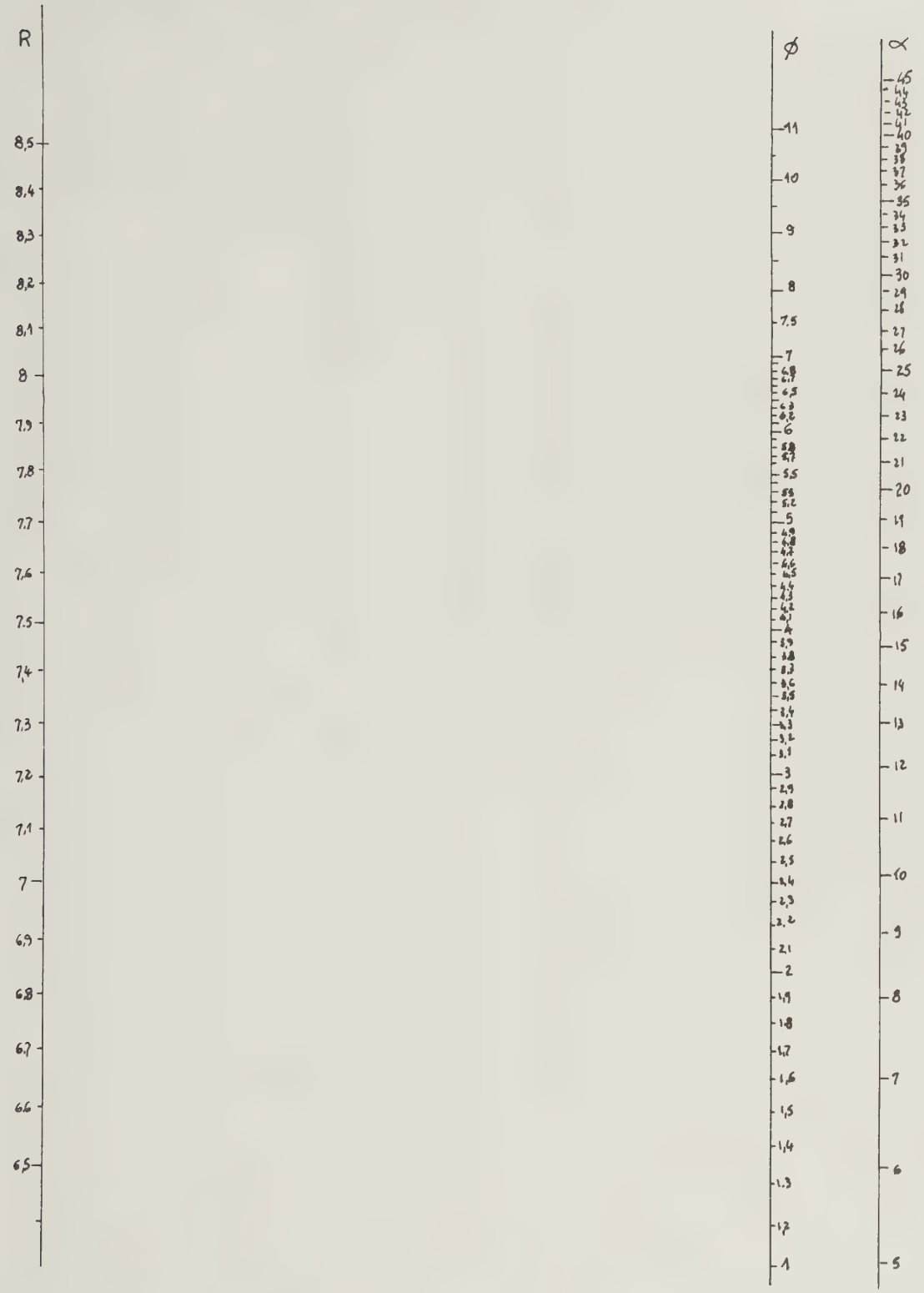

R
8,5
8,4
8,3
8,2
8,1
8
7,9
7,8
7,7
7,6
7,5
7,4
7,3
7,2
7,1
7
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
Ø
11
10
9
8
7,5
7
6,8
6,7
6,5
6,3
6,2
6
5,8
5,7
5,5
5,3
5,2
5
4,9
4,8
4,7
4,6
4,5
4,4
4,3
4,2
4,1
4
3,9
3,8
3,7
3,6
3,5
3,4
3,3
3,2
3,1
3
2,9
2,8
2,7
2,6
2,5
2,4
2,3
2,2
2,1
2
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1
α
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5

Fig 21

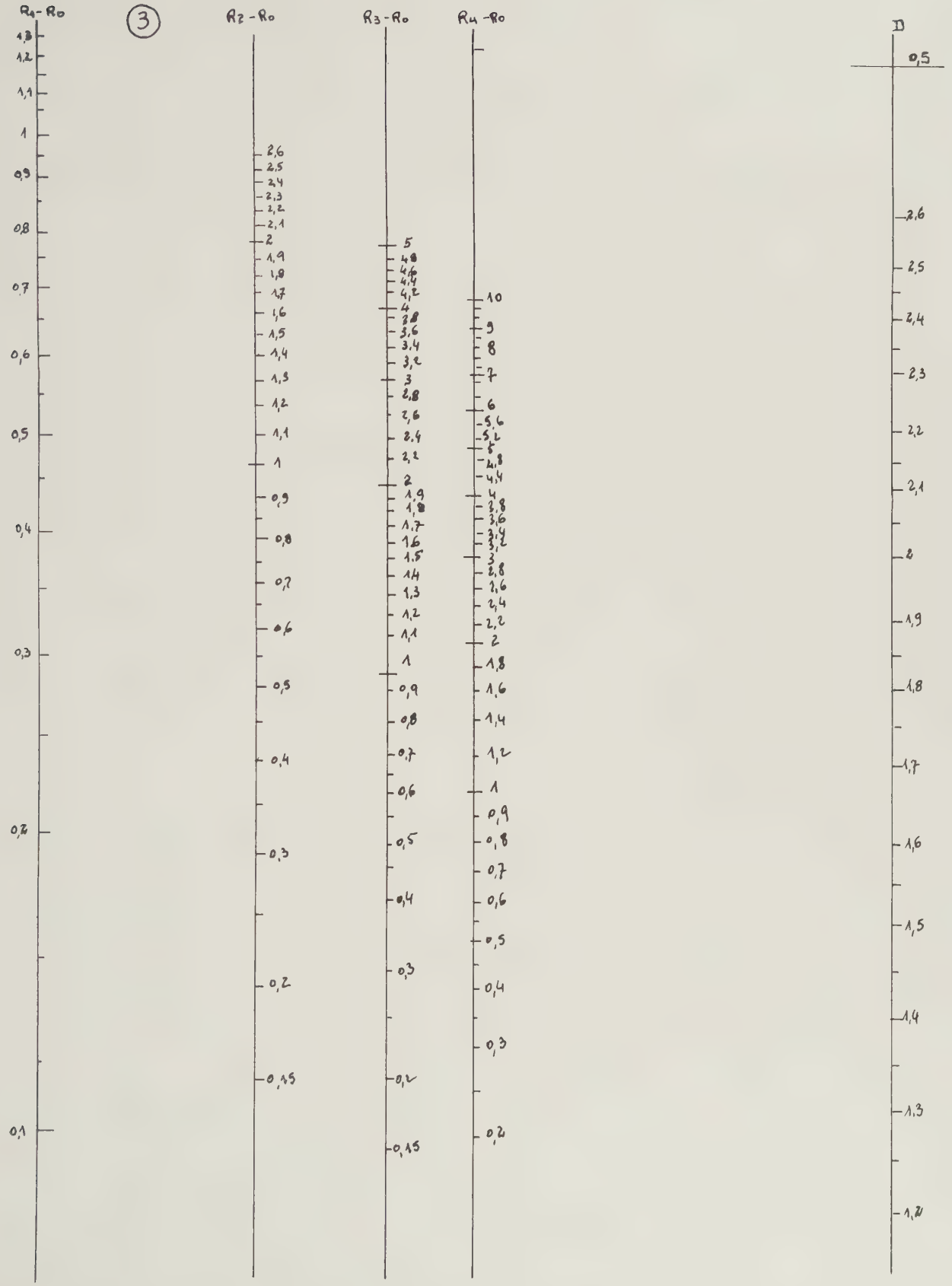


Fig 22

Ro
7
7,1
7,2
7,3
7,4
7,5
7,6
7,7
7,8
7,9
8
8,1
8,2
8,3
8,4
8,5
2
CD
CD
3
2,7
2,5
2,4
2,3
2,2
2,1
2
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,45
1,4
1,35
1,30
1,25
1,20
1,15
1,10
K
8
7
6,4
6
5,8
5,6
5,4
5,2
5
4,5
4
3,5
3
2,7
2,5
2,4
2,3
2,2
2,1
2
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5

Fig 23

C - Par la méthode du calcul direct du rayon de la lentille, de Mr GODIGNON ou méthode des multiplicateurs.

C'est une méthode originale, mise au point par Monsieur Godignon (Paris-Contact), et que nous sommes heureux de pouvoir présenter ici pour la première fois.

Nous donnerons ici les différentes phases d'utilisation de cette méthode, en limitant au strict minimum, les développements mathématiques :

1°) Détermination du Ro (moyenne des rayons classiques)

2°) Calcul de la moyenne des rayons à 20°, 25°, 30°, etc...

3°) Détermination des différents multiplicateurs (M) à 20°, 25°, 30°, etc...

Exemple : $M\,25° = \frac{R\,25° - Ro}{R\,20° - Ro}$

On obtient ainsi : $M_{20°}$, $M_{25°}$, $M_{30°}$, etc...

On fait la moyenne des M

A chaque multiplicateur M de la cornée, correspond un multiplicateur m de la lentille que l'on trouve immédiatement avec le tableau de correspondance ci joint

Exemple : M = 2,5 donne m = 2,1

4°) Détermination de r1

On utilise une formule du type :

$$r1 = \frac{h1 \times ro \times R1}{ho\,(R1 - ro) + h1\,ro} =$$

ou ho = AHo
h1 = BH1
ro = SC (Voir Fig. 24)
R1 = C1B
r1 = 01B

Nous verrons un exemple plus loin.

.../...

TABLE DES MULTIPLICATEURS DE MONSIEUR GODIGNON

de 5° en 5°

$M = \frac{R2 - Ro}{R1 - Ro}$	$m = \frac{r2 - Ro}{r1 - Ro}$
1,40	
1,50	
1,60	1,20
1,70	1,30
1,80	1,40
1,90	1,50
2,00	1,60
2,10	1,70
2,20	1,80
2,30	1,90
2,40	2,00
2,50	2,10
2,60	2,16
2,70	2,23
2,80	2,30
2,90	2,36
3,00	2,43
3,10	2,50
3,20	2,57
3,30	2,64
3,40	2,72

Comment calcule-t-on r1 ?

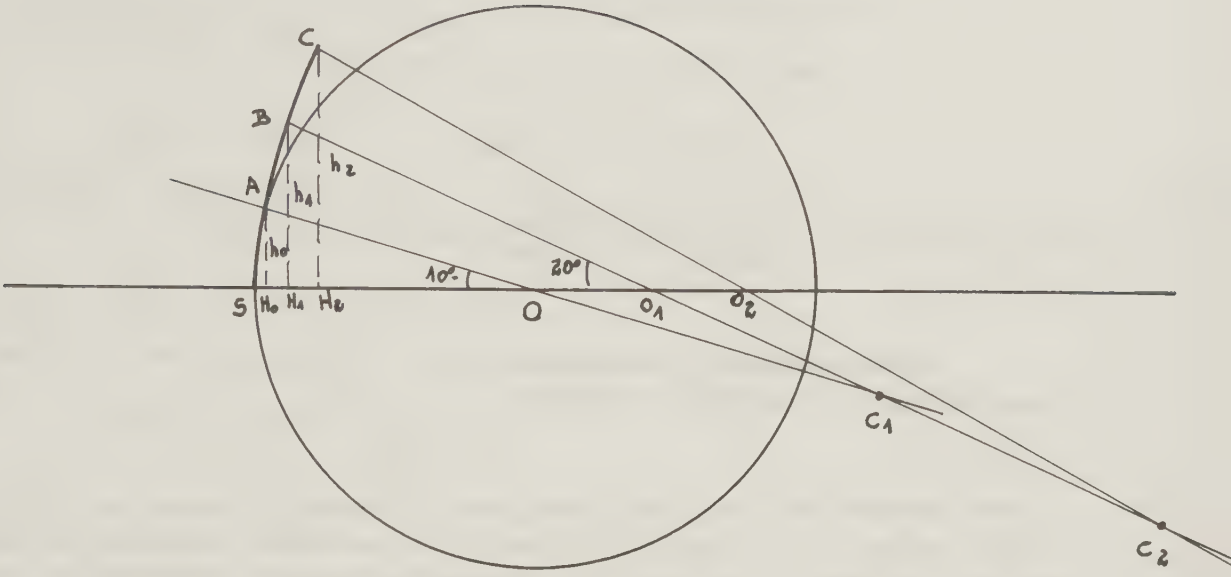


Fig 24

Soit le cercle de référence C, de rayon CS = CA = Ro.

Nous pouvons raisonnablement considérer qu'à 10°, l'aplatissement cornéen est négligeable. Le point A, situé à 10° est donc le point où nous considérons que la cornée s'aplatit.

Le point B est situé à 20°, point où nous effectuons une mesure à l'ophtalmomètre spécifique. Le point C est situé à 25°. Au point B, nous mesurons C1B et R1 et nous voulons en déduire les valeurs angulaires 20°, 25°, etc... il est plus commode de considérer ho = AHo, h1 B1H1, h2 = CH2. Il s'agit bien sûr d'une approximation, mais pour des rayons moyens Ro de l'ordre de 7,75, on peut admettre que ho = Ro sin 10° = 7,75 x 0,174 ≠ 1,35 et h1 = 2,75 pour 20°, h1 = 3,10 pour 22°30, h1 = 3,5 pour 25°, etc...

Pour des valeurs très différentes de Ro, on peut d'ailleurs déterminer très exactement les valeurs de h1.

Nous pouvons donc écrire $r1 = \frac{2,75\ (ro\ R1)}{1,35\ (R1 - ro) + 2,75\ ro}$

A partir de cette détermination de r1 , l'ophtalmomètre spécifique, ne permettant le plus souvent des mesures que jusqu'à 8 mm et la lentille ayant souvent un diamètre de 9,50 mm à 10 mm, il faut extrapoler.

.../...

5°) Détermination de r2

On écrit : r1 - ro = a

et r2 - ro = a x m

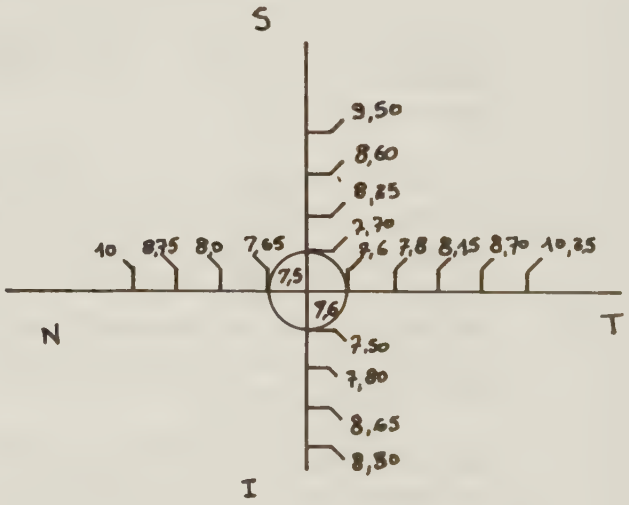
donc $\boxed{r2 = ro + am}$

On procède de la même manière pour r3, r4, etc... Pour r2, il est conseillé d'arrondir aux 5/100 supérieurs;

A titre d'exemple pratique, nous avons pensé qu'il serait intéressant de calculer les cotes d'une lentille, en partant de l'exemple de topographie que donne Mr BONNET dans son livre page 107 (que nous avons reproduit en exposant la méthode du coefficient d'aplatissement) - et de les comparer à celles trouvées par la méthode de Mr GODIGNON.

Calcul des cotes :

1°) ro $\quad ro = \frac{7,60 + 7,50}{2} = \underline{\underline{7,55}}$



2°) Moyenne des R

moy. de R1 (20°) = 7,95
- - R2 (25°) = 8,55
- - R3 (30°) = 9,15
- - R4 (35°) = 10,25

3°) Calcul du multiplicateur M

$M\ 20° = \frac{8,55 - 7,55}{7,95 - 7,55} = \frac{100}{40} = 2,5$ donc m = 2,10

$M\ 25° = \frac{9,15 - 7,55}{8,55 - 7,55} = \frac{160}{100} = 1,6$ donc m = 1,20

$M\ 30° = \frac{10,25 - 7,55}{8,70 - 7,55} = \frac{270}{115} = 2,34$ donc m = 2,00

Moyenne des M = 2,20

Moyenne des m = $\boxed{1,80}$

4°) Calcul de r1

$$r1 = \frac{2,75\ (roR1)}{1,35\ (R1-ro) + 2,75\ ro} = \frac{2,75 \times 7,55 \times 7,95}{1,35\ (7,95 - 7,55) + 2,75 \times 7,55} = \underline{7,75}$$

r1 - ro = 7,75 - 7,55 = 0,20

r2 - ro = 0,20 x 1,8 = 0,36 arrondi à 0,40 (espace larmes)

r2 = 7,55 + 0,40 = $\underline{7,95}$

R2 - Ro = 0,40

R3 - Ro = 0,40 x 1,8 = 0,75

r3 = 7,55 + 0,75 = $\underline{8,30}$

r3 - ro = 8,30 - 7,55 = 0,75

r4 - ro = 0,75 x 1,8 = 1,35

r4 = 7,55 + 1,35 = $\underline{8,90}$

Le diamètre total de la lentille étant de 9,80 mm et la zone optique étant de 5,50 mm, les bandes seront :

$\varnothing_o$	=	5,50	et	r_o	= 7,55
$\varnothing_1$	=	6,50	et	r_1	= 7,75
$\varnothing_2$	=	7,60	et	r_2	= 7,95
$\varnothing_3$	=	8,70	et	r3	= 8,30
$\varnothing_4$	=	9,80	et	r_4	= 8,90

Par la méthode de Bonnet on trouvait : ro = 7,55
r1 = 7,75
r2 = 8,00
r3 = 8,40
r4 = 8,90

On voit donc que les résultats sont tout à fait comparables sur l'allure générale de la lentille, les seules différences étant pour r2 et r3, où l'on note une variation de 0,05 mm et de 0,10 mm, pratiquement sans signification.

L'expérience a montré que l'on peut se fier à la loi d'aplatissement de Mr BONNET, dans une large mesure.

Nous pensons que la méthode de monsieur GODIGNON, simplifie de beaucoup les calculs, grâce au multiplicateur moyen M de l'aplatissement cornéen et au tableau du multiplicateur m de la lentille, correspondant à M. Les calculs sont alors très rapides.

Principe du Processus d'adaptation

En accord avec notre maître le Professeur BRONNER, nous pensons et posons comme principe, que l'indication, la prescription, l'adaptation et la surveillance des verres de contact, sont des actes médicaux. Mais ces actes nécessitent d'une façon indiscutable, la présente, aux côtés du médecin, d'un technicien qui se charge de l'éxécution de cette prescription.

Or, dans l'état actuel de l'enseignement, aucun jeune diplomé d'ophtalmologie, n'est capable d'effectuer la prescription et l'adaptation en question. Aucun enseignement suivi, n'a été organisé jusqu'à ce jour par nos Facultés. Le jeune Médecin qui désire actuellement être au courant de la question, doit rechercher son enseignement auprès de certains laboratoires qui organisent des cycles de perfectionnement pour les opticiens et accessoirement pour les médecins, Cela est très regrettable.

I - Le préalable à toute adaptation est l'examen ophtalmologique complet

C'est en effet au médecin qu'incombe la charge de reconnaître les indications, et surtout de dépister à temps toutes les contre-indications. Il est le seul capable, de par sa formation. Il est de même, le mieux placé pour reconnaître les causes d'intolérance et les traiter, ainsi que les accidents qui peuvent survenir au cours du port de verres de contact.

= Cet examen ophtalmologique comporte :

A) L'interrogatoire qui permet, outre la prise de contact, de rechercher les motifs qui guident le patient pour ce genre de correction = esthétiques le plus souvent ; pratiques ou optiques ; plus rarement, purement médicaux.

B) L'étude des antécédents

Généraux : troubles digestifs ou hépatiques, parasitose récente, qui constituent des contre-indications temporaires (fragilité cornéenne accrue)

: Recherche d'un terrain allergique : eczéma, urticaire et surtout rhume des foins qui est un mauvais élément.

: La grossesse semble être une contre indication temporaire, à cause des modifications de la topographie cornéenne (voir le chapitre grossesse).

Oculaires : Globes et annexes - afin d'éliminer toute cause défavorable au port, telles les maladies infectieuses et dégénératives du segment antérieur, des paupières et de l'appareil lacrymal.

C) L'examen du malade

On notera : - la position des paupières et la taille de la cornée
- l'allure des globes oculaires, un peu saillante chez les fort myopes
- l'existance du strabisme,
- l'état des paupières, toniques, flasques ou ridées. On s'en rend aisément compte en retournant la paupière supérieure.

On précisera le diamètre cornéen, le diamètre pupillaire et le chevauchement palpébralsupérieur et inférieur. Pour cela, Cochet préconise un moyen facile et précis ; il regarde l'oeil à travers l'oculaire du périmètre de Goldmann, et peut ainsi mesurer, grâce au réticule milimétré, tous les diamètres ainsi que l'arc de chevauchement des paupières.

On mesurera enfin la fréquence du clignement qui est normalement de 15 par minute.

D) La kératométrie

Nous l'avons exposé dans les pages précédentes.

E) La réfraction

On précisera la réfraction oeil par oeil, par des méthodes subjectives et objectives contrôlées avant et après correction par la skiascopie et complètée par un contrôle en vision binoculaire et avec des tests de confirmation de $\pm$ 0,25 et $\pm$ 0,50.

On notera la réfraction totale, donnant l'acuité maximale (ce n'est pas forcément celle qui est portée ou prescrite au malade). Ces contrôles sous cycloplégiques sont utiles en cas de doute ou de forte amétropie.

F) L'esthésiométrie

est un point important de l'examen car elle donne déjà une idée du comportement du sujet à l'égard d'une microagression cornéenne. En France, l'esthésiomètre de Cochet et Bonnet est le plus répandu.

Les chiffres normaux sont de l'ordre de 30 à 50 mm de longueur de fil, c'est-à-dire les graduations 3 à 5 sur l'appareil. Au dessous de 25, les valeurs deviennent pathologiques.

Ces tests permettent de cataloguer les patients en hyposensibles qui imposent une surveillance des temps de port de la lentille, et hypersensibles qu'il faudra calmer avant les séances d'adaptation.

G) L'examen biomicroscopique de la cornée

s'attachera à analyser les modifications éventuelles de l'épithélium, en particulier il est très important de noter la fragilité épithéliale. Mme BOUTIER a proposé une technique qui consiste, après instillation d'une goutte de fluorescéine, à faire une série de 5 pointés sur la cornée, avec l'esthésiomètre (avec longueur de poils différents). L examen biomicroscopique permet de voir s'il s'est produit une déperdition de cellules cornéennes, visualisée par l'accrochage de fluorescéine. On note de 0 sur 5 (pas de fragilité) à 5 sur 5 (fragilité cornéenne importante).

On recherchera les cicatrices, les taies, les néovascularisations. On examinera la conjonctive bulbaire et surtout la conjonctive palpébrale, à la recherche de papilles ou de follicules.

On étudiera enfin le film lacrymal :

Ce film lacrymal est etudié essentiellement au biomicroscope, à l'examen sans coloration, ou mieux, par l'intermédiaire de colorants vitaux, non seulement la fluoresceine à 2 %, mais aussi le rose Bengale en solution aqueuse à 1 %.

Toute zone d'accrochage de la fluorescéine ou du rose Bengale correspond à des zones d'anomalie du film lacrymal précornéen.

L'étude de la sécrétion lacrymal reflexe peut se faire, soit directement, lentille en place, par l'appréciation de la qualité des rivières lacrymales, soit indirectement par le test de SCHIRMER ou le test de NOVER et JAEGER.

On appréciera enfin la perméabilité physiologique des voies lacrymales.

Une fois cet examen ophtalmologique terminé on passe au 2ème stade qui est :

II - L'essai de la lentille topographique d'essai dont le profil interne est le plus proche de la prescription. On détermine le diamètre total de la lentille. Etude comparative de l'image fluo.

III - Essai d'une lentille théorique établie rigoureusement d'après les mesures topographiques et de l'examen précédent.

- examen de l'adaptation à la lampe de Wood,
- examen médical de la cornée au biomicroscope, après un essai de 2 heures.
- On note alors les retouches à apporter, s'il y en a, à la lentille théorique. Il faut noter que ces modifcations portent le plus souvent sur R3 et R4, dans le sens d'un dégagement périphérique moins important.

IV - Essai de la lentille retouchée.

La lentille est alors livrée. La pose et la dépose de la lentille sont expliquées et répétées avec le patient. La durée du port et sa progression au cours des semaines sera indiquée. On conseille habituellement une augmentation de port de 2 heures par semaine (mais tous les schémas de progression sont aussi valables).

Les contrôles seront hebdomadaires.

.../...

Après une période de port de 8 heures (1 mois) un nouvel examen ophtalmologique sera pratiqué, comportant un nouveau relevé topographique, ce qui permettra une étude des déformations cornéennes.

En deux mois, le port atteint 12 à 14 heures.

V - Le problème des retouches.

C'est un point qui préoccupe beaucoup les ophtalmologistes, car, nous a-t-on fait observer, lorsqu'on fabrique la lentille, on sait ce que l'on fait : mais lorsqu'on retouche on ne sait plus très exactement ni ce qu'on enlève ni où l'on modifie : ou pour nuancer les retouches se feraient avec une bien moins grande précision que celle apportée à la fabrication de la lentille elle-même.

Nous nous sommes donc renseignés auprès d'un fabricant de lentilles topographiques (Paris-contact) qui nous a apporté les précisions suivantes :

" Les lentilles fabriquées d'après topographie, à condition qu'elles aient été très bien faites et que la réfraction soit exacte, nécessitent vraiment peu de retouches : une, deux maximum. Ces retouches peuvent être les suivantes :

1°) Retouche de diamètre : la lentille est glantée sur un bloc cylindré et retouchée sur le tour à chariotter. Le bord est ensuite usiné comme à la fabrication.

2°) Retouche des bandes : il s'agit le plus souvent d'augmenter le rayon de la 2ème, 3ème ou 4ème bande. La lentille est également glantée sur un bloc cylindre. et usinée comme à la fabrication, ce qui permet d'assurer la reproduction de la retouche.

3°) Retouche du ro : elle est possible, sans changer le profil, dans le sens d'une diminution de rayon.

4°) Retouche de puissance : elle est possible dans une large mesure, de l'ordre de 2 dioptries environ. "

En règle générale (nous le verrons dans le chapitre des déformations cornéennes) après port d'une journée, la lentille paraît plate par suite d'une déformation de la cornée à peu près constante, dans le sens d'une augmentation de la convexité.

En moyenne, les rayons cornéens sont modifiés de 2 à 5/100 au centre. La modification peut aller jusqu'à 20/100 à la périphérie. Mais il ne faut pas oublier qu'une différence Rn - Rm des rayons cornéens, se traduit par une différence nettement inférieure des rayons correspondants de la lentille : rn - rm. L'alignement reste dont très satisfaisant malgré cette modification des rayons cornéens. Et l'examen biomicroscopique, ne montre pratiquement jamais de lésions épithéliales.

Toutes ces retouches, notées sur les fiches d'atelier, peuvent ainsi être reproduites fidèlement. Ainsi en cas de perte, les lentilles peuvent être reproduites de façon très exactes, avec les retouches. Dans ce cas précis de reproduction la lentille est fabriquée d'abord d'après les données théoriques, et ensuite retouchée de la même manière que la première lentille : cette façon de procéder, permet de fabriquer une lentille en tous points identiques à celle qui a été perdue ou détruite.

Enfin, il faut signaler, que plutôt que de polir un ressaut, Monsieur GODIGNON, préfère fabriquer une bande supplémentaire, évitant ainsi de créer une zone de courbure indéterminée.

VI - Les lentilles à dégagements toriques.

Il arrive souvent d'appareiller des patients présentant des cornées moyennement ou fortement astigmates, c'est-à-dire dont l'astigmatisme peut atteindre jusqu'à 6 dioptries, (sans que cette limite ait quelque chose d'absolu). L'adaptation de lentilles à profil interne sphérique, peut alors poser certains problèmes, variables selon les individus. Tout dépend en fait, de la plasticité de la cornée, c'est-à-dire de son aptitude à se modeler sans contrainte sur une forme donnée.

Lorsque la cornée est trop rigide, la lentille a tendance à basculer sur le grand axe et est, en général, déportée vers le haut, avec passage en pont au limbe supérieur.

Il y a plusieurs remèdes à cela :

a) essai d'une lentille à Ro plus cambré et coefficient d'aplatissement plus grand, c'est-à-dire en employant un multiplicateur plus grand, c'est-à-dire :

b) réduction du diamètre de la lentille,

c) adaptation d'une lentille à dégagements toriques, qui consiste à faire tangenter les points M et M' dans les deux méridiens orthogonaux de plus grand et de plus petit rayon.

Cette dernière méthode tend à se développer, grâce surtout aux nouveaux moyens de fabrication.

Voici un exemple de lentille à dégagement torique, qui nous fera mieux comprendre le problème.

.../...

Le relevé topographique a donné un exemple :

$RoH = 7,90 - Rh_{20°} = 8,30 - RH_{25°} = 8,70 - RH_{30°} = 9,50$

$RoV = 7,50 - Rv_{20°} = 7,90 - RV_{25°} = 8,30 - RV_{30°} = 8,70$

M = 2 et donne m = 1,6

Le Ro de la lentille sera $\frac{7,90 + 7,50}{2} = 7,70$

On raisonne ensuite pour chacun des deux méridiens principaux comme pour une lentille sphérique et l'on obtient :

r o = 7,70
r 1 = 7,85 et 8,05
r 2 = 7,95 et 8,25
r 3 = 8,10 et 8,60
r 4 = 8,35 et 9,10

NOTE : Notons cependant que pour rester conforme aux règles de la géométrie, nous sommes obligés d'utiliser un système graphique de transposition des profils, afin que ces 2 groupes de courbes aient un même sommet.

Une telle lentille se place très facilement et toute seule dans la bonne position sur la cornée : tenue et centrage sont alors bons et le test fluo montre une bonne tendance à la cocarde circulaire.

.../...

RESULTATS ET STATISTIQUES

Quels sont les résultats donnés par les équipements fabriqués selon la méthode topographique ? Nous les avons obtenus auprès des laboratoires DENCOTT que nous remercions ici. Les topographies et le calcul des lentilles théoriques ayant été calculés parle Dr. COCHET.

Ces résultats portent sur des équipements réalisés depuis 4 mois minimum.

A) - Lentilles portées au minimum 10 Heures après le premier contrôle 1 mois après l'équipement (contrôle médical et d'adaptation). 59,7 %

- selon prescription et sans aucun changement 34,2 %
- selon prescription mais avec diminution du Ø prévue lors de la prescription. 7,1 %
- modification de R3 - R4 avant la mise en fabrication (dans le sens + serré) 4,4 %
- modification des intersections après contrôle d'un mois ou variation des Ø des zones (si possibilité) 6,1 %
- changement complet de l'alignement (lentille refaite) 7,9 %

B) - Lentilles portées au minimum 7 à 8 heures, après le 1er contrôle 22,8 %

principales causes :

- difficultés de tolérance plus ou moins manifeste.
- prudence du sujet qui a suivi rigoureusement le temps de progression conseillé.
- le sujet ne désire pas un port plus long.

- selon prescription et sans modification 7 %
- selon prescription mais avec une diminution de Ø prévue lors de la prescription 4,5 %

.../...

- modification R3 - R4 avant la mise en fabrication (+ serré) 3,5 %
- modification R4 exclusivement ou modification des intersections (si possible) 3,4 %
- changement complet de l'alignement 4,4 %

Après contrôle d'adaptation et quelques conseils de tolérance atteint 10 heures. Ces cas ne sont pas tous présentés au contrôle médical de la 10ème heure.

C) - Personnes jamais revues à aucun contrôle (médical ou d'adaptation) 14 %

On peut accorder à ces cas au minimum 7 % de préjugé favorable :

- rendez- vous pris par téléphone puis annulé, le patient se déclarant satisfait.
- demande de renouvellement par courrier.
- personnes rencontrées "sans lunettes"

TOUS CES CAS SERONT RECONTACTES POUR VERIFICATION.

D) - Echecs : port < 5 heures 3,5 %

Mme de B.
- après échec de 2 ajustages précédents, ajustage en micro lentilles topographiques à titre expérimental (gratuit)

Mme P.
- ouverture palpébrale importante, cornée plate, aucune stabilité malgré la recherche de plusieurs formules d'alignement

Mme D.
- déformation cornéenne exagérés (traitement endocrinien).

Mme B.
- port moyen de 11 h. mais zone optique trop petite provoquant des images parasites et une activité très irrégulière. nécessité d'une zone optique plus grande que 6 m/m.

.../...

EN RESUME :

52, 8 % des cas ont un résultats très satisfaisant avec la lentille théorique.

17,4 % ont un résultat très satisfaisant après modification (avant ou après la mise en fabrication).

12,3 % ont un résultat satisfaisant après modification complète de l'alignement (lentille refaite).

7 % des cas non contrôlés mais préjugé favorable

7 % des cas incontrôlables.

3,5 % échecs certains.

On voit ainsi que plus de la moitié des patients appareillés par lentilles théoriques, n'ont besoin d'aucune retouche.

Près de 20 % des patients ont d'excellents résultats avec une seule retouche.

On atteint donc sensiblement 70 % des cas avec au maximum une retouche. C'est déjà un progrès extrêmement appréciable pour les adaptateurs qui voient ainsi leur travail grandement facilité.

Ça l'est également pour le patient qui se voit ainsi dispensé d'une longue et fastidieuse préadaptation.

Bientôt ce même patient, n'aura plus, espérons-le, à s'armer de sa principale qualité, la patience. En effet, sa longue attente devant un kératomètre topographique, lui sera prochainement réduite à la durée d'une prise de vue photographique.

CONCLUSIONS

Nous voici donc arrivés aux termes de cette étude, forcément très incomplète sur la topographie cornéenne, Nous avons voulu cantonner notre sujet à la stricte pratique ophtalmologique. Nous nous rendons bien compte que nous avons souvent débordé cette limite.

D'abord, par une curiosité que nous avons voulu faire partager : ensuite, parce qu'il est, en cette matière, très difficile de rester uniquement "ophtalmologique". La topographie cornéenne ne peut être explorée scientifiquement qu'avec l'aide privilégiée de la physique, des mathématiques et de la statistique. Est-ce à dire que la cornée peut se mettre en équation et admettre le carcan rigide d'une série de lois ? Certainement pas. Comme toujours en biologie, les mathématiques servent, mains n'asservissent pas. Ne pas reconnaître cette vérité risque de nous entraîner trop loin des réalités;

Il faut savoir gré au Professeur BONNET d'avoir su faire la part des choses. Son livre sur la topographie cornéenne a placé notre pays à la pointe de la recherche en ce domaine. Il a donné le premier outil maniable et précis, qui a permis pour la première fois, des mesures systématiques de toute la surface cornéenne. Certes l'outil est perfectible et cette perfectibilité est un stimulant pour les chercheurs. Les prochaines années seront nous le croyons avec conviction, des années fastes pour la topographie. Il n'en demeure pas moins que dès maintenant, la méthode est au point et donne des résultats probants comme le montre la dernière statistique. Elle mérite d'être connue d'un plus grand nombre d'ophtalmologistes et d'adaptateurs qu'elle concerne également de très près. "Son grand ennemi est la routine, la démission devant le petit effort mental" (GODIGNON).

En matière d'adaptation, elle n'implique pas qu'il faille utiliser tel ou tel genre de lentille : elle permet de savoir quel genre de lentille il faut justement utiliser pour obtenir le meilleur alignement possible - car, nous en sommes persuadés, l'alignement est un facteur important de bonne tolérance.

En matière de recherche, elle permet de comprendre chaque jour d'avantage les mystères, combien complexes, de la physiologie et de la pathologie du dioptre cornéen.

Nous avons entr'ouvert grâce à la topographie cornéenne, les portes d'un continent nouveau.

Bien des choses y seront encore découvertes : nous en sommes qu'au tout début.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme — Problèmes médicaux posés par le port de verres de contact. semaine des Hôpitaux (Thérapeutique) 1958 (Mai) 5.554.

Anonyme — Verres de contact pour les jeunes enfants. J.A.M.A. 1958 (14 juin) 167/7.925.

AMIARD H. COCHET P. — Voies d'abord de la morphologie cornéenne et quelques applications pratiques. (l'opticien lunettier).

A.ARNULF O.DUPUY et F. FLAMANT. — Les microfluctuations d'accomodation de l'oeil. Annales d'optique oculaire, T.3, N° 5, Sept. 1955.

R. ARRUGA — Facteurs de tolérance des lentilles cornéennes. Arch. Soc. Oftal. Hist. Amer. 1962 22/11/918-984.

AUBERT H. — Währert sich die Hornhautkrummung am meisten der Ellipse. Pfluger's Arch. Ges. Physiol. 35 - 597 - 621, 1885.

W.S. BATTERSBY and I.W. WAGMAN — Neural limitations of visual excitability. J.O.S.A. Vol 49, N° 8, p. 762 - 759, Aout 1959.

BAYSHORE C.A. — Exploration of the corneal curvature. Contacto 3 (7) 188 - 190, 1959.

BENNETT A.G. — Optic of Contact Lenses. Assoc. Dispen. opt. LONDON, 1956.

BENNETT A.G. et J.L. FRANCIS — Amétropies et leur correction. "The eye" H. DAVSON, Acad. Press. NEW YORK - LONDON, 1962, IV/133 - 180.

F. BERG — Vergleichende Messungen der Form der vorderen Hornhaufläche mit Ophtalmometer und mit photographischer Method. Acta Ophtalm. T.4, 1929, P. 386.

.../...

BERTENYI A. — A propos des verres de contact et des lentilles précornéennes en haute altitude. Szemészet 1962, 99/2/121 - 122.

BERLOTTO E. V. — The stéréophotogrammatic study of the anterior segment of the eye Amer. J. Ophtalm. 31 (5) 573 - 579. 1948.

BIER N. — Contact Lens Routine and Practice, 2 ed. LONDON, BUTTERWORTHS Scientific Publications, 1957. A study of the cornea in relation to contact Lens practice. Amer. J. Optom. 33 (6) 291 - 304, 1956.

BIOT A. — Sur les aberrations paraxiales de l'oeil. Annales de la Société Scientifique de BRUXELLES. T. 74, N° 3, p. 175

BLAIR W.A. — Photoelectronic Keratoscopy testing. Contacto 4 (7) 217 - 227 , 1960.

BONNET R. — Contribution à l'étude de la topographie cornéenne.

BONNET T. — Topographie cornéenne et verre de contact.

BONNET R. MASSIN, RAPILLY — Sur certaines modifications de la topographie cornéenne au cours du port des lentilles de contact. (Bull. Soc. Opht. de France - 1964 N° 5 - 6)

BONNET - CHAIX - FOUSSIER — Méthode d'évaluation et de classification des déformations cornéennes. (Bull. Soc. Opht. de France déc. 1965 - N° 12 p. 1100 1102).

BONNET R. - MASSIN M - GERHARD J. P. — Les verres de contact. Rapport annuel 1966 (Bull. Stés Opht. France - Paris)

R. BONNET et P. COCHET — Nouvelle méthode d'ophtalmométrie topographique. Bull. & Mem. Société Française d'Ophtalmologie, 73ème année, 1960, p. 687 - 714.

.../...

R. BONNET. La topographie cornéenne.
N. DESROCHES Edit. PARIS 1964.

R. BONNET. Stéréophotogrammétrie de la cornée humaine.
R.O., T. 38, N° 9 et 10, 1959, p. 447 - 460

BRONNER A. Prothèses optiques de contact.
L'ophtalmologiste Français 1965 - 341 - 47

BRONNER. A. Problèmes posés par l'adaptation des lentilles cornéennes.
Bull. Stés Opht. France n° 5-6 1966 p. 607 - 632)

BRONNER A. et GERHARD J.P.
Verres de contact et lentilles pré-cornéennes .
Rapport présenté à la Sté d'Ophtalmologie de LYON.
le 22 juin 1958.

BRONSTEIN Expériments in Kératométry Contacto 6 (10)
198 - 301, 1962.

CAMPINCHI et HAYE C Le Kératocone.
Rapport annuel à la Société d'Opht. Paris; 1962.

CAMPBELL F.W. Profondeur de champ de l'oeil humain.
Optica Acta, Vol. 4, N° 4, Déc. 1957, p. 157-164.

CHAIX M. Considérations sur les variations de la topographie cornéenne - thèse Paris 1966.

COCHET P. Problèmes médicaux posés par l'adaptation et le port de verres de contact.
Ann. Oculist. 1957, 190/6 - 401 - 416.

COCHET P. Etude de l'influence du port de verre de contact sur la forme cornéenne.
MUNICH - Congrès international Août 1966.

COCHET P. La Kératométrie topographique - 1966.

COCHET P et R. BONNET L'esthésiométrie cornéenne - Réalisation et intérêt pratique.
Bull. Stés. opht. France 1961 N° 7 - 8 Sté de l'Ouest.

.../...

COCHET P. - G. BARBARA
Ophtalmomètrie topographique et verres de contact - à propos de 54 observations de Kératocone équipés de verres de contact.
Bull. Stés Opht. France 1962 - N° 11 Sté de Paris.

COCHET P. - RAPILLY - G. COSCAS
l'utilisation pratique du Kératomètre topographique dans une consultation hospitalière d'ophtalmologie.
Bull. Stés Opht. France - à paraître 1967.

COCHET P.- H. AMIARD Vers une détermination objective du rayon de dégagement des lentilles cornéennes.
Arch. Opht. tome 26 - N° 4 p. 387 - 392 - 1966.

COCHET P. - RAPILLY C - BARBARA G
Fragilité mécanique et adaptation des verres de contact.
Soc. Ophtalm. Ouest de la France NANTES,
8 Oct. 1961.
C.R. Bull. Soc. Ophtalm. Dr. 1961/9/10/810-814.

COSCAS - RAPILLY - COCHET

COTTEREAU R. Lentilles micro-cornéennes et verres scléraux.
Librairie de la Revue d'Optique PARIS, 1958.

COTTEREAU R. Journées d'études sur les lentilles topographiques
Lab. Dencott - 27 - 28 Février 1966.

DAILY L Jr et DAILY R.K. Modifications of corneal contact.
Lenses Int. Ophtalm. Clin. 1 (2) 441 - 494 1961.

DAILY L and COE R.E. Lack of effect of anesthésic and mydriatic solutions on the curvature of the cornéa.
Amer. J. Ophtalm. 53 (1) 49 - 51 1962.

H.M. DERKING Zur Photographie der Horhautoberflâche,
Klin. Mbl. Augenheilk. T.82, 1929, p. 640.

H.M. DERKING fotographie der Corneaoppervlakte,
thèse, GRONINGEN, 1930.

.../...

DICK — Verres de contact employés constamment pendant trois mois.
Amer. J. Ophom. Arch. Amer. Optom. 1958
35/5/248-250.

DIXON F. — Modifications cornéennes consécutives au port des verres de contact.
British journal of Physiol. Opt. 1960 - 17 - 161 - 170.

DIXON-LAXACZECKE JM. — Vascularisation cornéenne due aux verres de contact.
Arch. Ophtal (CHICAGO) 1963, 69/1, 72 - 75.

DUBOIS-ROULSEN A. — Le champ visuel.
MASSON & Cie, Editeurs , PARIS.

DUDRAGNE R.A. — Théorie élémentaire et application de l'optique de contact à la vision.
Edi tions scientifiques, RIBER, 1962.

DUKE - ELDER S. and WIBAR K.C.
System of Ophtalmology.
Vol. 2 The anatomy of the visual system.
ST-Louis, C.V. Moshy, 1961, p. 92 - 94.

DUKE - ELDER S. — Text book of Ophtalmology. Vol. 1, ST-LOUIS, C.V. Moshy, 1946, p. 40.

DUPOUY - CAMET C. — Mise au point de meilleure acuité et de meilleure résolution pour un objectif entaché d'aberration sphérique du troisième ordre.

EL HAGE — Variations de la topographie cornéenne sous verre de contact.
Thèse Fact. Sciences Paris.

ELIE G. — Prothèses optiques de contact.
L'Ophtalmomogiste Français 1965 - 4 45 52.

ELLERBROCK V.J. — Variables in corneal topography
A.J. Optom. 38, 10, 556 - 563 1961.

ELLERBROCK V.J. — Contrôle de la qualité des verres de contact toriques.
Amer. J. Optom. 1963, 40/1, 29 - 34.

.../...

ELLIOT D. O. — Drafting the requirements for a minimum clearance corneal contact.
Lens. Amer. J. Optom. 33 (11) 602 - 603, 1956.

ERGGELET H. — Bericht Über die 43
Tagung des Deutsch. Ophtalm. Ges. JENA. 1962.

ETIENNE — Nystagmus et lentilles précornéennes.
Soc. Ophtalm. LYON, 23 Mars 1958.

EVERSHED MARTIN L. — The sanctity of corneal clarity and some contact Lens. fallacie.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 24 - 25, 1959.

FAIRMAID J.A. — The constancy of corneal curvature.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 2 - 23 - 1959.

FISCHER F.P. — Vers O.G. Heidelberg 1927, p. 31 et 1928 p. 261
Uber die Darstellund der hornhautoberfläche und ihrer VarPanderungen im Reflexbild.
Arch. Augenheilk, T. 98, 1928, p.1.

FISHER F.P. — Methoden zur Untersuchung der Hornhautoberfläche.
Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden.
Abt. V. Teil 6, p. 1201-1254, 1932.

D.A. FONDA — Verres de contact bifocaux et pour kératocône.
M.B. Raifor, Little, BORWN & Cie, BOSTON, 1961.
83-104.

FRANCON M. — Vision dans un instrument aberrant.
Revue d'optique, T. 26, N° 10, pp. 354-359, 1947
Revue d'optique, T. 27, N° 9, pp. 157-173, 1948.

FRY - GLENN. — Physiological Optics.

Gil DEL RIO. — La refraction del ojo y sus anomalias.
Editorial "tip. cat. Casals". Caspe 108, Ap. 776,
BARCELONA, 1957.

GIRARD L.J. FRIEDMAN B. MOORE C.D. BLAU R.I. BINKHORST C.D.
Implants intraoculaires et verres de contact. Une comparaison de la fonction visuelle dans l'aphakie unilatérale traitée par des implants de cristallin artificiel et par des verres de contact.
Arch. Ophtal. (CHICAGO) 1962, 68/6, 762 - 775. .../...

ELLIOT D. O. — Drafting the requirements for a minimum clearance corneal contact.
Lens. Amer. J. Optom. 33 (11) 602 - 603, 1956.

ERGGELET H. — Bericht Über die 43
Tagung des Deutsch. Ophtalm. Ges. JENA. 1962.

ETIENNE — Nystagmus et lentilles précornéennes.
Soc. Ophtalm. LYON, 23 Mars 1958.

EVERSHED MARTIN L. — The sanctity of corneal clarity and some contact Lens. fallacie.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 24 - 25, 1959.

FAIRMAID J.A. — The constancy of corneal curvature.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 2 - 23 - 1959.

FISCHER F.P. — Vers O.G. Heidelberg 1927, p. 31 et 1928 p. 261
Uber die Darstellund der hornhautoberfläche und ihrer VarPanderungen im Reflexbild.
Arch. Augenheilk, T. 98, 1928, p. 1.

FISHER F.P. — Methoden zur Untersuchung der Hornhautoberfläche.
Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden.
Abt. V. Teil 6, p. 1201-1254, 1932.

D.A. FONDA — Verres de contact bifocaux et pour kératocône.
M.B. Raifor, Little, BORWN & Cie, BOSTON, 1961.
83-104.

FRANCON M. — Vision dans un instrument aberrant.
Revue d'optique, T. 26, N° 10, pp. 354-359, 1947
Revue d'optique, T. 27, N° 9, pp. 157-173, 1948.

FRY - GLENN. — Physiological Optics.

Gil DEL RIO. — La refraction del ojo y sus anomalias.
Editorial "tip. cat. Casals". Caspe 108, Ap. 776,
BARCELONA, 1957.

GIRARD L.J. FRIEDMAN B. MOORE C.D. BLAU R.I. BINKHORST C.D. — Implants intraoculaires et verres de contact. Une comparaison de la fonction visuelle dans l'aphakie unilatérale traitée par des implants de cristallin artificiel et par des verres de contact.
Arch. Ophtal. (CHICAGO) 1962, 68/6, 762 - 775. .../...

GIRARD L. J. SOPER J.W. SAMPSON W.G.,
Corneal Contact Lenses
C.V. Mosby C° Edit. ST LOUIS 1964.

GIRARD L. J. SOPER J. CAMP R.
Le problème des lentilles cornéennes.
Amer. J. Ophtalm. 1961, 52/5/1, 706 - 710.

GROSVENOR TH. Clinical use of the Keratometer in evaluating the corneal contour.
Am. Jl. of Optom. Vol. 38, N° 5 MAI 1961,
pp. 237 - 245.

GULLSTRAND A. Photogr. Ophtalmometr. untersuchungen Über die Hornhautrefraktion.
Kunglm. Sved. Akad. Handl, 1896.

HAGER G. Le champ du regard, le champ visuel et le champ de la vision panoramique chez des porteurs de lunettes et des sujets corrigés par lentilles cornéennes ou intracamérulaires.
Klin. Mbl. Augenheilk. 1961, 139/3, 317-338.

HAMILTON C.B. An inverstigation of corneal profiles.
Contacto 7 (3) 9-16 1963.

HANSON J.A. et ANDERSON M.S.
Effect of Preexposure color on Foveal Dark Adaptation.
J.O.SA, Vol. 50, N° 10, Oct. 1960.

HARSTEIN. J. Nouveaux types cornéens de verres de contact.
Amer. J. Ophtalm. 1958, 45/6 - 919-920.

HEATH H, BECK T.C. RUTTER A.C., GREAVES D.P.
Biochemical Changes in Aphakia.
Vision Research. Vol.I. Pergamon Press, 1961.

HELMOLTZ H. Physiological optics, B.1. Menasha, Wisc. George Banta 1924, p; 311.

HELMOHOLTZ H. Helmholtz'S Treatise on physiological optics.
Optic. Soc. of Amer. 1925, p. 5

.../...

HILL R.M. et FATT. I. Mesures d'oxygene sous un verre de contact A.J. Optom 1964 - 41 - 382 - 387.

HUMMEL D.G. Present Status of Contact Lens Practice. Amer. J. Optom. Arch. Amer. Acad. Optom 1958 35/6, 327 - 331.

IVANOFF A. Les aberrations de l'oeil. Editions de la Revue d'Optique, PARIS 1953.

JAMESON D. et HURWICH L.M. Perceived Color and its dependance on focal Surrounding and Preceding Stimulus Variables. J.O.S.A. Vol. 49, N° 9, Sept. 1959.

JESSOP D.G. Plotting Corneal Topography. Contacto 7 (2), 69 - 74, 1961.

JESSOP D.G. Périphérical Corneal Roading. Corneal Isopters. Contacto 7 (2) - 7 - 16, 1963

BLACKZINSKY Influence des verres de contact afocaux sur la dimension de l'image rétinienne. Marchr. Feinmech. u. Optik. 1958, 75, 43 - 44

KLAUSER D. Ein Beitrag zur Kenntnis der Form der Hornhautoberfläche. (Un. Augen Klink. ZURICH 1948).

KNOLL H. Corneal Contours in the Géneral Population as revealed by the Photokératoscope. Amer. J. Optom. 38 (7) 389 - 397, 1961.

KREZANOSKY J.Z. HIND H.W. SZEKELY I.J. Aspects pharmaceutiques des lentilles de contact et leurs solutions. Amer. J. Pharm. Ass. 1962. NS 2/7, 417-422 et 438

LE GRAND Y. Optique physiologique, Ed. Rev. Opt. PARIS 1952. T.L.

LE GRAND Y. "Sur l'aberration sphérique de l'oeil". C.R. Ac. Sc. T. 215, p. 547-549, Séance du 7.12.42

LE GRAND Y. Optique physiologique, T. 3.n Chap. 8, p. 151.

.../...

LE GRAND Y. Optique physiologique, T.2. et 3.

LEMAIRE G.. La stéréophotogrammétrie au service de la restitution des objets de petite dimension.
Bull. Soc. Belge Photogramm. 1951. N° 24, p. 5

LENOBLE J. Méthode optique pour étudier la forme d'une surface réfléchissante.
Revue d'optique, T. 31, 1952, P. 393.

LENOBLE J. et SALOMON P.
Détermination de la courbure cornéenne.
Ann. Opt. oculaire P. 2. 1953, p. 19.

LEVERRE J.R. An evaluation of the hand keratoscope as a diagnostic instrument for corneal astigmatism.
Part. II Brit. J. Physiol. op: 19 (4) 237 - 251, 1962.

LOMBARD G. "Contribution à l'étude dela pathogénie des syndromes annulaires."
Extrait du Bulletin des Stés d'Ophtalm. de France 1957.
Fasc. 1. Soc. d'Ophtalm. de PARIS, Séance du 15.12.1956.

LOMBARD G. "Nouvelles contributions à l'étude des scotomes annulaires".
Extrait du Bulletin des Sté d'Ophtalm. de France, 1958
N° 9 et 10.
Soc. d'Ophtalm de PARIS, Séance du 18.10.1958.

LURIA J.M. SCHWARTZ I. Effect of red - white adaptation and target illumination on the temporal course of scotopie acuite.
J.O.S.A. vol. 50 n° 11, p. 1075 Nov. 1960.

MANDELL R.B. Corneal curvature measurements by the aid of Moire fringes Journal of American optometrie association
Vol. N° 37, N° 3 - March 1966.

MANDELL R.B. Reflection point ophtalmometry.
Amer. J. Optom. 39 - 10 - 513 - 537, 1962.

MANDELL R.B. Methods to measure the peripherical corneal curvature, Part I, photokeratoscopy. J. Amer. Optom, Ass. 33 (2) 137 - 139, 1961.

.../...

MANDELL R. B. — Profils methods of measuring corneal curvature
J. Amer. Optom. Ass: 32 (8) 627 - 631 , 1961.

MANDELL R. B. — Small mire ophtalmometry paper read before the annual meeting of the american Academy of Optometry MIAMI, Floride, Dec. 1962.

MANDELL. R. B. — Corneal areas utilized in Keratometry.
Amer. J. Optom. 41 (3) 150 - 153 , 1964.

MANDELL R. B. — Corneal contour and contact Lens. Paper read before the annual meeting of the American Academy of Optometry, CHICAGO, Dec. 1963.

MANDELL R. B. — Methods to measuring the peripherical corneal curvature, Part 3 Ophtalmometry, J. Amer. Optom Ass. 33 (12) 889 - 892, 1962.

MANDELL R. B. — Methods to measure the peripherical corneal curvature. Part. 2 geometric constructions and computers.
J. Amer. Optom. Ass. 33 (8) 585 - 589, 1962.

MANDELL R. B. — Morphometry of the human cornea.
Doctoral thesis, Indiana Univ. 1962.

MANDELL R. B. — Contact Lenses practice, basic and advanced Thomas edit. - Springfiels 1965.

MARECHAL A. — Traité d'optique instrumentale. T. 1. Editions de la Revue d'Optique, PARIS 1952.

MAGATANI H. — Un simple ophtalmometre avec fixateur optique (en japonais).
J. Jap. Contact Lens: Soc. 1962, 4/2, 31 - 36.

MASSIN M et PIOT — Intérêt des lentilles cornéennes pour le relevé du champ visuel des grands amétropes.
Soc. Ophtal. PARIS 1963.

MAY. M.C. — Investigation of corneal curvature.
Contacto 1 (1), 1957.: 7-9

MERLIN U. — Lentilles cornéennes, orientations modernes de forme et d'application.
Soc. Oftal. Lombarda, 25 Juin 1961.

.../...

MILLER D. — Analyse des forces physiques appliquées à un verre de contact. Arch. Opht. 63 70/6 - 823 - 829.

MISKIN E.A. — The applications of photogrammetric technic to medical problems. Photogramm. Record. T 2 , 1956, p. 92.

MOSS, HAROLD — A clinical experimental stydy of corneal contours in the fitting of the contact Lenses. Amer. J. Optom. and Arch. Acad Optom 36 (6) 313 - 317 1959.

MOTT (Donald W de) — Direct measures of the retinal image. J.O.S.A. Vol. 49, N° 6 Juin 1959.

MULLER J. — De la collaboration entre ophtalmologistes et adaptateurs de verres de contact. Cahier des verres de contact n° 5 - 1965.

NEILL J.C. — Lentilles de contact et la myopie. Int. Ophtal. Cong. LONDON, 1961.

NOTO F. — Studies on the forms of anterior corneal surface. Acta Soc. Ophtal, Jap. 65 (3) 447 - 468, 1961.

NOVER A. et JAEGER W — Colorimetrische methode zur messung der tranensekretion klin Monetrh Augentlinik 121 - 419 - 25 (1952)

OBRIG T. — Contact Lenses, and ed. PHILADELPHIA, CHILTON 1947 pp. 22 - 23.

OGLE K.N. et SCHWARTZ J.T. — Profondeur de champ de l'oeil humain. J.O.S.A. T. 49, N° 3, Mars 1959, pp. 273-280.

OLLIVIER F. — La topographie sans topographe. Traité de photogrammétrie. Ed. Rev. Opt. PARIS 1929.

OSTER G. — The science of Moire Patterns - Barrington New Jersey- Edmund Scientific Co 1961.

.../...

PERDRIEL G. Tolérance des lentilles pré-cornéennes en altitude. Soc. Med. Militaire Fr. 13 Mars 1958. Cr. Bull. Soc. Med. Mil. Fr. 1958/3 82 - 85.

PETER R. Über die Cornea Grösse und ihre Vererbung. Univ. Augen klinik, ZURICH, 1932 T. 3, p. 29.

RAPILLY C. Biomicroscopie et verres de contact. Thèse PARIS, 1959.

REDWAY A. Photomicrography of the living eye. Amer. J. Ophtalm. 1928, P. 356 et 1929, p. 286.

RENAUD P. Representation de la convergence de trajectoires quelconque sous l'influence d'une déformation. Journal de pHysique série VIII, Tome VI, N° 10, cot. 1945 p. 265 à 271.

REYNOLDS A.E. Corneal topography as found by photoelectronic keratoscopy. Contacto T. 3., Vol. 8, 1959, P. 229 - 233.

REYNOLDS A.E. and KATT H.J. The photoélectronic kératoscope. Contacto 3 (3) - 53 59 1959

RICKLEFS G. Résultats obtenus aves les lentilles cornéennes dans l'aphakie unilatérale. Klin. Mbl. Augenheilk. 1962. 141/6, 876 - 883.

RIDLEY F. Les verres de contact . Le rôle de l'ophtalmologiste Proc. Roy. Soc. Med. 1964 57/1/ - 27 - 36.

ROCHER P. L'avenir des verres de contact. Cahiers des verres de contact 1966 N° 9.

ROMAINE H.H. Symposium sur les verres de contact en Ophtalmologie. Mueller Welt Contact Lenses Inc. CHICAGO, 1962.

RONCHI L. Influence du champ environnant une mire sur l'acuité visuelle. Atti della fondazione G. RONCHI N° 5 - Octo - Dec. 1949.

ROSENBLAUM Alfred. The correction of unilatéral ophakia with corneal contact lenses American Journal of Optometry. Oct. 1953, p. 536 - 542.

.../...

RZYMKOWSKY J. Stereaphotographic and Stereophotogrammetric. Reproduction of the cornea and sclera of the living eye. Amer. J. Of Optom. N° 31, 1954, pp. 416-422.

SALVATORI P. The elusive corneal cap, paper read before the annual meeting of the American Academy of Optometry. MIAMI, Florida, Dec. 1962.

SARWAR M. Quelques nouveaux emplois de verres de contact et rectification de quelques idées fausses du public. Brit. J. Physiol. Opt. 1958/15/3. 178 - 182.

SCHLOSSMAN A. Verres de contact cornéens. Courbes périphériques, Eye ear, nose. Thr. Monthly, 1961, 40/11 - 786 - 790.

SILBERT Adaptation confortable de verres cornéens après iridectomie. Opt. J. Rev. Optom. 1958 (15 Février) 95/4, 44- 41.

SOPER JW SAMPSON W-C GIRARD L.J. Topographie cornéenne, kératométrie et verres de contact. Arch. Ophtal. (CHICAGO), 1962 67/6, 753 - 760.

STANLEY NAUHEIM J. Ulcère cornéen provoqué par le port prolongé de verres de contact cornéens. Amer. J. Ophtalm. 1962, 53/4, 678 - 681.

STEELE E. Problèmes sur l'adaptation des lentilles cornéennes. Brit. J. Physiol. Op. 1962, 19/3, 171/177.

STEINER A.A. Verres de contact cornéens. Leur valeur dans l'anisométropie grave chez l'enfant. Eye, ear, nose. Thr. Monthly, 1961, 40/11, 778 - 780

STONE K. Valeur de quelques méthodes existant pour la mesure du contour cornéen en les comparant avec des méthodes nouvelles. Brit. J. Physiol. Opt. 1962, 19/4, 205-230.

SUZUKI. I. Corneal pulsation and corneal pulse waves. Jap. J. Ophtalm. 6/4 6 - 10 1962.

TABLE RONDE Les lentilles de contact. Clinique Ophtalm. Martinet (11 Octo. 1965) N° 6 - 1966.

.../...

The Ophtalmometer — Optical développments, Déc. 1939. Bausch and Lomb Incorporated.

Thomas PENRHYNF et O.A. WILLIAMS. Note sur l'adaptation des microverres de contact. Amer. J. Optom. Arch. Acad. Optom. 1958, 35/7, 373 - 375.

TOUR R.L. — Symposium contact lenses, definition anatomy ans physiology of the cornea. Irans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 66 (3) 278-285 1962.

TSCHERNING M. — Physiologie Optics. PHILIADELPHIA 1904. The Keystone.

TSUZUKI K. — Prophylaxie des lésions cornéennes provoquées par les verres de contact au moyen d'instillations de "CHONDRON" (japonais) J. Jap. Contact. Lens. Soc. 1961, 3/6, 68 - 70.

TYLES JONES R.A. HALE J.R. Nystagmus. L'application des lentilles de contact dans quatre cas congénitaux. Int. OPHTAL. Opt. Cong. LONDON. 1961.

WALD G. — Analysis of retinal function by a two filter method. J.O.S.A. Vol. 50, N° 7, Juillet 1960.

WERTHEIMER G. — Aberration sphérique de l'oeil. Optica Acta. Vol. 2, n° 3 Oct. 1955, pp. 151-152

WE THEIMER G. — A method of photoelectric Keratoscopy. A.J. Opt. and Arch. of Am. Acad. of Opt. 1965 42, 5 - P. 315 - 320.

WEIMOUTH F. — Laboratory Experiments in Physiological Optics. LOS ANGELES. College of Optometry 1953.

WICHTERLE D. — Les lentilles souples de contact "Geltakt". Problèmes techniques et chimiques. Cahier des verres de contact 1965 N° 6.

.../...

WILLIAMSON NOBLE et F. F. THOMAS.
Une technique de diagnostic pour prescrire des micro-lentilles.
Int. Ophtal. Opt. Cong. LONDON, 1961.

WINKELMAN J.E. et WARMOLTZ N.
La photographie del'oeil à l'aide de lampes - éclairs électroniques.
Rev. Tech. Philips, T. 16, 1954, P. 50

WEALE R.A.
Changes in corneal curvature following ocular convergence.
Physiological Optica, LONDON, Nov. 1964.

Une bibliographie complète peut être consultée dans le rapport à la SOCIETE d'OPHTALMOLOGIE de PARIS sur les verres de contact 1966 - numéro spécial.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Le DOYEN DE LA FACULTE
de MEDECINE DE PARIS

G. BROUET

Le PRESIDENT de THESE

G. OFFRET

Le RECTEUR de l'ACADEMIE
de PARIS

J. ROCHE.